

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ( Τ.Ε.Ι.) ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

## Π Τ Υ Χ Ι Α Κ Η Ε Ρ Γ Α Σ Ι Α

*" ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ,  
ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΣΧΑΡΩΝ ΜΕ Η/Υ"*



ΕΙΣΗΓΗΤΡΙΑ-ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ :

*Διονυσία-Πηνελόπη Ν. Κοντονή*

*Δρ. Πολιτικός Μηχανικός*

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ :

*Μαρία-Ελένη Δ. Βιλιάλη-Σούκουλη*

*Διονύσης Σ. Σικελιανός*

ΠΑΤΡΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 1996

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	2202
----------------------	------

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ

*Αισθανόμαστε την υποχρέωση να ευχαριστήσουμε την Εισηγήτρια και Επιβλέπουσα της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας Δρ. Διονυσία - Πηνελόπη Κοντονή για την πολύτιμη βοήθεια και συνεχή καθοδήγηση καθώς και για τον πολύ χρόνο που δαπάνησε δίπλα μας καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας.*

*Μαρία - Ελένη Βιλιάλη - Σούκουλη  
Διονύσης Σικελιανός*

## Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία περιλαμβάνει την ανάλυση επιπέδων δικτυωμάτων, επιπέδων πλαισίων και επιπέδων εσχαρών με Η/Υ. Η ανάλυση παραγματοποιείται με τη μέθοδο της δυσκαμψίας και με τη χρήση σχετικών επιστημονικών - εκπαιδευτικών προγραμμάτων Η/Υ. Παρουσιάζονται διάφορες αριθμητικές εφαρμογές.

## Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ .....	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	iii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
2. ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ ΜΕ Η/Υ .....	4
3. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ ΜΕ Η/Υ .....	11
4. ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΜΕ Η/Υ .....	106
5. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΜΕ Η/Υ .....	127
6. ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΕΣΧΑΡΩΝ ΜΕ Η/Υ .....	271
7. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΕΣΧΑΡΩΝ ΜΕ Η/Υ .....	278
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	341
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	343

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Γενικά

Τα τελευταία χρόνια η εξέλιξη και εξάπλωση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, καθώς και η δυνατότητα ανάπτυξης που παρείχαν σε πολλούς τομείς, έκαναν τους υπολογιστές ένα απαραίτητο μέσο τεχνολογικής ανόδου, αλλά και επίλυσης προβλημάτων που από καιρό απασχολούσαν τον Μηχανικό.

Ένας από τους τομείς όπου χρησιμοποιείται ο Η/Υ είναι ο κλάδος των Πολιτικών Έργων Υποδομής. Έτσι, κρίνεται αναγκαία η συγγραφή αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία περιλαμβάνει την ανάλυση επίπεδων δικτυωμάτων, επίπεδων πλαισίων και επίπεδων εσχάρων με Η/Υ.

Η ανάλυση πραγματοποιείται με την μέθοδο της δυσκαμψίας και με τη χρήση σχετικών επιστημονικών-εκπαιδευτικών προγραμμάτων Η/Υ.

Αξίζει, ακόμα, να αναφερθεί ότι αυτό που πραγματικά αναλύεται και υπολογίζεται από έναν Η/Υ δεν είναι η πραγματική κατασκευή αλλά ένα προσομοίωμα (μοντέλο), που αποδίδει ικανοποιητικά όλες τις βασικές μηχανικές ιδιότητες της κατασκευής.

Ο μελετητής - μηχανικός οφείλει να είναι σε θέση να ελέγξει αυτοτελώς την ορθότητα των αποτελεσμάτων που του δίνει το πρόγραμμα Η/Υ που χρησιμοποιεί. Απαιτείται, βεβαίως, και καλή γνώση της κλασικής στατικής.

## 1.2 Κίνδυνοι σφαλμάτων

Ο Η/Υ είναι ικανός να εκτελέσει με μεγάλη ακρίβεια και ταχύτητα αριθμητικές πράξεις και να μας δώσει αποτελέσματα.

Τα σφάλματα δεν οφείλονται κατά κανόνα στα ηλεκτρονικά εξαρτήματα του υπολογιστή (hardware) αλλά στον ανθρώπινο παράγοντα που υπεισέρχεται στη διαδικασία ανάλυσης της κατασκευής, είτε έχει τον ρόλο του συντάκτη του προγράμματος ή τον ρόλο του χρήστη.

Τα σφάλματα, επιγραμματικά, ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες:

*α) Σε σφάλματα αλγορίθμου και κωδικοποίησης*

*β) Σε σφάλματα χρήσης:*

1. Σφάλματα ανεπαρκούς προσομοίωσης της κατασκευής
2. Σφάλματα στην εισαγωγή των δεδομένων
3. Σφάλματα στο χειρισμό του προγράμματος
4. Σφάλματα ερμηνείας αποτελεσμάτων

*γ) Σε σφάλματα αποκοπής και στρογγύλευσης.*

Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρει κανείς στις Διδακτικές Σημειώσεις [Κοντονή 1995]

## 1.3 Παρούσα Πτυχιακή Εργασία

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, η στατική ανάλυση των επιπέδων φορέων πραγματοποιείται με την μέθοδο της δυσκαμψίας και παρουσιάζεται στο ΚΕΦ.2 για τα επίπεδα δικτυώματα, στο ΚΕΦ.4 για τα επίπεδα πλαίσια και στο ΚΕΦ. 6 για τις επίπεδες εσχάρες.

Στη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας πτυχιακής εργασίας αντιμετωπίσαμε απλούς επίπεδους φορείς που επιλύονται εύκολα και γρήγορα με “κλασικές μεθόδους με το χέρι”, αλλά και πιο

σύνθετους φορείς, που η επίλυση τους “με το χέρι” θα ήταν μακροχρόνια και κουραστική.

Τα προγράμματα H/Y, σε γλώσσα FORTRAN, που χρησιμοποιήσαμε στο ΚΕΦ.3 για τα επίπεδα δικτυώματα, στο ΚΕΦ. 5 για τα επίπεδα πλαίσια και στο ΚΕΦ.7 για τις επίπεδες εσχάρες, μας έδωσαν την δυνατότητα γρήγορης επίλυσης των παραδειγμάτων και κατέληξαν σε αποτελέσματα εξαιρετικής συμφωνίας με αυτά της επίλυσης χωρίς H/Y, δηλαδή με “κλασικές μεθόδους με το χέρι”.

Στο ΚΕΦ. 8 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας.



## 2. ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ ΜΕ Η/Υ

### 2.1 Το μέλος του επιπέδου δικτύωματος - Γενικά *[Βιβλιογραφία: Κοντονή, 1995]*

Στο επίπεδο δικτύωμα κάθε κόμβος έχει δύο βαθμούς ελευθερίας. Οι βαθμοί ελευθερίας αντιπροσωπεύουν τις δύο μετακινήσεις του κατά τους άξονες  $x$  και  $y$  ενός γενικού συστήματος συντεταγμένων που εκλέχθηκε τυχαία για την ανάλυση της κατασκευής. Στον κάθε κόμβο μπορούν να δρουν δύο δυνάμεις  $H$  και  $V$  κατά τις διευθύνσεις των αξόνων  $x$  και  $y$  αντίστοιχα του γενικού συστήματος συντεταγμένων.

Κάθε μέλος ενός επιπέδου δικτύωματος συνδέει δύο κόμβους. Το μέλος του επιπέδου δικτύωματος καλείται και ράβδος. Το μέλος μεταφέρει ένα εσωτερικό εντατικό μέγεθος που είναι η δύναμη με την οποία θλίβεται ή εφελκύεται. Επίσης το κάθε μέλος μεταφέρει ένα εσωτερικό παραμορφωσιακό μέγεθος που είναι η επιμήκυνση ή η βράχυνσή του.

### 2.2 Το διάνυσμα της επικόμβιας φορτίσεως του μέλους

*[Βιβλιογραφία: Κοντονή, 1995]*

Έστω ότι το μέλος  $AB$  συνδέει τους κόμβους  $A$  και  $B$ . Στον κόμβο  $A$  μπορούν να δρουν οι δυνάμεις  $H_A$  και  $V_A$  και στον κόμβο  $B$  οι δυνάμεις  $H_B$  και  $V_B$ . Οι δυνάμεις θεωρούνται θετικές αν διευθύνονται κατά τις θετικές διευθύνσεις των αξόνων του γενικού συστήματος συντεταγμένων. Τα τέσσερα μεγέθη  $H_A$ ,  $V_A$ ,  $H_B$ ,  $V_B$ , συνιστούν το διάνυσμα  $\{W\}$  της επικόμβιας φορτίσεως του μέλους.

$$\{W\} = \begin{bmatrix} H_A \\ V_A \\ H_B \\ V_B \end{bmatrix}$$

### 2.3 Το διάνυσμα των εσωτερικών εντατικών μεγεθών του μέλους

[Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]

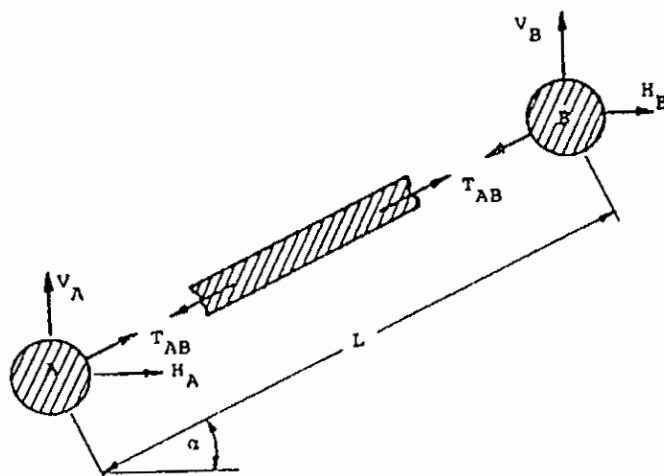
Το μέλος ενός επιπέδου δικτυώματος μεταφέρει μόνο ένα εσωτερικό εντατικό μέγεθος που είναι η δύναμη με την οποία θλίβεται ή εφελκύεται. Τη δύναμη αυτή για το μέλος AB την ονομάζουμε  $T_{AB}$  και την θεωρούμε θετική αν προξενεί εφελκυσμό στο μέλος. Αν συμβολίσουμε με  $\{SR\}$  το διάνυσμα των εσωτερικών εντατικών μεγεθών τότε θα ισχύει:

$$\{SR\} = T_{AB}$$

Εδώ οι ανάγκες τυποποίησης μας αναγκάζουν να χρησιμοποιήσουμε καταχρηστικά την έννοια του διανύσματος. Το διάνυσμα  $\{SR\}$  περιέχει μόνο ένα στοιχείο, το μέγεθος  $T_{AB}$ .

### 2.4 Εξισώσεις ισορροπίας [βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]

Στο σχήμα 2.1 φαίνεται το μέλος AB που συνδέει τους κόμβους A και B. Επίσης στο σχήμα 2.1 φαίνονται τα φορτία που δρουν στους κόμβους A και B καθώς και το εσωτερικό εντατικό μέγεθος του μέλους  $T_{AB}$ .



Σχήμα 2.1 Ισορροπία κόμβων και μέλους

Οι εξισώσεις ισορροπίας ως προς τους άξονες x και y, σε μητρωϊκή μορφή, έχουν ως ακολούθως :

$$\begin{bmatrix} H_A \\ V_A \\ H_B \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\cos\alpha \\ -\sin\alpha \\ \cos\alpha \\ \sin\alpha \end{bmatrix} T_{AB}$$

Η προηγούμενη μητρωϊκή σχέση γράφεται σύμφωνα με τους συμβολισμούς που τέθηκαν προηγουμένως :

$$\{W\} = [A] \{SR\}$$

όπου  $[A] = \begin{bmatrix} -\cos\alpha \\ -\sin\alpha \\ \cos\alpha \\ \sin\alpha \end{bmatrix}$

Το μητρώο  $[A]$  που συνδέει τα διανύσματα  $\{W\}$  και  $\{SR\}$  ονομάζεται στατικό μητρώο.

## 2.5 Το διάνυσμα των εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών του μέλους

[Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]

Για την περίπτωση του επιπέδου δικτυώματος, υπάρχει μόνο ένα εσωτερικό παραμορφωσιακό μέγεθος για κάθε μέλος. Το μέγεθος αυτό είναι η επιμήκυνση ή η βράχυνση του μέλους συμβολιζόμενη με  $e$ . Το  $e$  θεωρείται θετικό αν αντιπροσωπεύει επιμήκυνση. Αν συμβολίσουμε με  $\{SE\}$  το διάνυσμα των εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών του μέλους θα ισχύει η σχέση :  $\{SE\} = e$

Και εδώ οι ανάγκες τυποποίησης μας αναγκάζουν να χρησιμοποιήσουμε καταχρηστικά την έννοια του διανύσματος. Το διάνυσμα  $\{SE\}$  περιέχει μόνο ένα στοιχείο, το μέγεθος  $e$ .

## 2.6 Σχέση μεταξύ των μητρώων $\{SR\}$ και $\{SE\}$ [Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]

Εδώ γίνεται η εύλογη παραδοχή ότι το υλικό κάθε μέλους ακολουθεί το νόμο του Hooke της γραμμικής ελαστικότητας.

$$T_{AB} = \frac{E \cdot A}{L} \cdot e$$

όπου  $E$  : Μέτρο ελαστικότητας του υλικού

$A$  : Εμβαδόν της διατομής του μέλους

$L$  : Μήκος του μέλους

Δηλαδή, η δύναμη  $T_{AB}$  συνδέεται γραμμικά με την παραμόρφωση (επιμήκυνση ή βράχυνση)  $e$ .

Η παραπάνω σχέση γράφεται με μητρωϊκή μορφή, σύμφωνα με τους προηγούμενους συμβολισμούς, όπως παρακάτω

$$\{SR\} = [S] \{SE\}$$

όπου  $[S] = \frac{E \cdot A}{L}$

Το μητρώο  $[S]$ , που εδώ περιέχει ένα στοιχείο, συνδέει το εσωτερικό εντατικό μέγεθος με το εσωτερικό παραμορφωσιακό μέγεθος.

## 2.7 Το διάνυσμα των επικομβίων μετακινήσεων του μέλους

*[Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]*

Έστω ότι το μέλος  $AB$  συνδέει τους κόμβους  $A$  και  $B$ . Ο κόμβος  $A$  θα έχει τις μετακινήσεις  $X_A$  και  $Y_A$  κατά τους άξονες  $x$  και  $y$  αντίστοιχα του γενικού συστήματος συντεταγμένων και ο κόμβος  $B$  τις μετακινήσεις  $X_B$  και  $Y_B$ . Οι μετακινήσεις θεωρούνται θετικές αν συμβαίνουν κατά τις θετικές διευθύνσεις των αξόνων του γενικού συστήματος συντεταγμένων. Τα τέσσερα μεγέθη  $X_A$ ,  $Y_A$ ,  $X_B$  και  $Y_B$  συνιστούν το διάνυσμα  $\{X\}$  των επικομβίων μετακινήσεων του μέλους.

$$\{X\} = \begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \\ X_B \\ Y_B \end{bmatrix}$$

## 2.8 Εξισώσεις συμβιβαστού *[βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]*

Αν οι τέσσερες μετακινήσεις των κόμβων συμβούν ταυτόχρονα και έχοντας κάνει δεκτή τη γνωστή παραδοχή της κλασικής στατικής των μικρών παραμορφώσεων, τότε υπερθέτοντας βρίσκουμε την παρακάτω μητρωϊκή σχέση :

$$e = [-\cos\alpha \quad -\sin\alpha \quad \cos\alpha \quad \sin\alpha] \begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \\ X_B \\ Y_B \end{bmatrix}$$

ή ισοδύναμα αν ληφθούν υπόψη οι προηγούμενοι συμβολισμοί

$$\{SE\} = [A]^T \{X\}$$

Παρατηρούμε εδώ ότι τα εσωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη του μέλους συνδέονται με τις επικόμβιες μετακινήσεις με το ανάστροφο του στατικού μητρώου  $[A]$ .

Η προηγούμενη μητρωϊκή σχέση εκφράζει ακριβώς τη συμβιβαστότητα μεταξύ των εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών του μέλους και των επικομβίων μετακινήσεών του.

## 2.9 Το μητρώο δυσκαμψίας του μέλους επιπέδου δικτύωματος.

*[βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]*

Ανακεφαλαιώνοντας τα προηγούμενα έχουμε :

$$\text{Εξισώσεις ισορροπίας} \quad \{W\} = [A] \{SR\} \quad (1)$$

$$\text{Σχέση εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών με εσωτερικά εντατικά μεγέθη:} \quad \{SR\} = [S] \{SE\} \quad (2)$$

$$\text{Εξισώσεις συμβιβαστού} \quad \{SE\} = [A]^T \{X\} \quad (3)$$

Συνδυάζοντας τις (1), (2), (3), έχουμε :

$$\{W\} = [A][S][A]^T \{X\}$$

$$\text{ή ισοδύναμα} \quad \{W\} = [K] \{X\} \quad (4)$$

$$\text{όπου} \quad [K] = [A][S][A]^T \quad (5)$$

Η μητρική σχέση (4) είναι και το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα.

Συνδέει τα επικόμβια φορτία των κόμβων A και B που συνδέονται με το μέλος AB με τις μετακινήσεις των κόμβων αυτών. Το μητρώο [K] που εδώ έχει διαστάσεις ( 4 X 4 ) ονομάζεται μητρώο δυσκαμψίας του μέλους του επιπέδου δικτυώματος. Αν εκτελεσθούν οι πράξεις στην μητρική σχέση (5) βρίσκουμε την αναπτυγμένη μορφή του μητρώου [K].

Την αναπτυγμένη μορφή του μητρώου [K] μπορεί να βρει κανείς στη σελ. 38 των Διδακτικών Σημειώσεων [Βιβλιογραφία : Κοντονή 1995]

Αξίζει να σημειωθεί ότι το μητρώο [K] είναι συμμετρικό. Δηλαδή οι όροι του μητρώου [K] οι συμμετρικά κείμενοι σε σχέση με την κύρια διαγώνιο είναι ίσοι. Η συμμετρία αυτή είναι απλή συνέπεια της αρχής της αμοιβαιότητας των Βetti-Maxwell της κλασικής στατικής.

## 2.10 Κατασκευή Γενικού Μητρώου Δυσκαμψίας [Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]

Μπορούμε, όταν είναι γνωστά τα επί μέρους μητρώα δυσκαμψίας των μελών, να κατασκευάσουμε μία μητρική σχέση που να περιλαμβάνει όλον τον φορέα. Αν συμβολίσουμε με {W} και {X} τα διανύσματα των επικομβίων φορτίσεων και των μετακινήσεων αντίστοιχα όλων των κόμβων, τότε θα ισχύει :

$$\{W\} = [K] \{X\}$$

όπου [K] το γενικό μητρώο δυσκαμψίας του φορέα.

Μέσα στο [K] θα πρέπει να εμφυτευθούν αθροιστικά, στις κατάλληλες θέσεις, τα στοιχεία των επί μέρους μητρώων δυσκαμψίας των μελών.

Το γενικό μητρώο δυσκαμψίας είναι συμμετρικό. Η συμμετρία του γενικού μητρώου δυσκαμψίας υπαγορεύεται από δύο λόγους.

Πρώτον τα προς εμφύτευση επί μέρους μητρώα δυσκαμψίας των μελών είναι συμμετρικά και δεύτερον οι θέσεις εμφυτεύσεως είναι συμμετρικές.

Η πιο πάνω μητρωϊκή σχέση αποδίδει την ελαστική συμπεριφορά ολόκληρου του φορέα. Συνδέει τα επικόμβια φορτία με τις επικόμβιες μετακινήσεις όλων των κόμβων. Με μία ματιά το πρόβλημα φαίνεται ότι είναι λυμένο. Τα επικόμβια φορτία είναι γνωστά και εύκολα υπολογίζονται οι επικόμβιες μετακινήσεις με τη σχέση :

$$\{X\} = [K]^{-1} \{W\}$$

Προφανώς αυτό δεν είναι σωστό, γιατί δεν λάβαμε καθόλου υπόψη την επαφή του φορέα με το έδαφος και πιο συγκεκριμένα τις συνοριακές συνθήκες. Αν δεν ληφθούν υπόψη οι συνοριακές συνθήκες, το γενικό μητρώο δυσκαμψίας  $[K]$  είναι ανώμαλο (singular) με αποτέλεσμα να μην έχει έννοια το  $[K]^{-1}$ .

Το μητρώο δυσκαμψίας που προκύπτει μετά την εφαρμογή των συνοριακών συνθηκών θα ονομάζεται *συμπτυγμένο μητρώο δυσκαμψίας του φορέα*. Το συμπτυγμένο μητρώο δυσκαμψίας συνδέει τα επικόμβια φορτία με εκείνες τις επικόμβιες μετακινήσεις που είναι ανεξάρτητες των συνοριακών συνθηκών.

Οι συνοριακές συνθήκες που θα πρέπει να επιβάλουμε στον φορέα θα πρέπει να είναι τόσες, ώστε να εξασφαλίζεται η στέρεη σύνδεσή του με το έδαφος. Αν αυτό δεν συμβαίνει, δηλαδή αν οι συνοριακές συνθήκες είναι λιγότερες από τις απαιτούμενες, τότε το συμπτυγμένο μητρώο δυσκαμψίας εξακολουθεί να είναι ανώμαλο και το πρόβλημα δεν έχει λύση.

### 3. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΩΝ ΜΕ Η/Υ

#### Εισαγωγή δεδομένων

Η εισαγωγή των δεδομένων στο παρόν πρόγραμμα Η/Υ “TRUSS” (το οποίο είναι γραμμένο σε γλώσσα FORTRAN) μπορεί να γίνεται με 2 διαφορετικούς τρόπους και είναι θέμα προτίμησης του χρήστη σε σχέση τις γνώσεις και την ευχέρεια χρήσης που έχει με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, έχουν δε ως ακολούθως :

#### 1) Δια λογικότητα προγράμματος - χρήστη (Interactive use)

Η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί διότι απαιτεί λιγότερο χρόνο εκμάθησης του προγράμματος και συναρπάζει με την άμεση επικοινωνία μεταξύ χρήστη και υπολογιστή. Τα δεδομένα φυλάσσονται σε αρχείο για μελλοντικές τροποποιήσεις ή συμπληρώσεις.

#### 2) Από κειμενογράφο σε αρχείο δεδομένων (data file)

Η μέθοδος εισαγωγής είναι ταχύτερη, απαιτεί όμως ένα καλό κειμενογράφο (editor), καλή γνώση του προγράμματος και του κειμενογράφου.



## TRUSS: Πρόγραμμα H/Y ελαστικής ανάλυσης Επίπεδων

Δικτυωμάτων [Διδασκαλία Κοντονή 1995]

### Μορφή αρχείου δεδομένων (DATA FILE)

---

Τίτλος  
Πλήθος κόμβων, Πλήθος μελών, Μέτρο ελαστικότητας E  
Αριθμός κόμβου, συντεταγμένη-x, συντεταγμένη-y, συνθήκες στήριξης (δύο ακέραιοι \*)  
--  
--  
Αριθμός μέλους, κόμβος αρχής, κόμβος τέλους, Εμβαδόν διατομής A.  
--  
--  
Πλήθος περιπτώσεων φόρτισης  
Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων.  
Αριθμός φορτιζομένου κόμβου, H, V  
-- (\*\*)  
-- (\*\*)  
Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων (\*\*)   
Αριθμός φορτιζόμενου κόμβου, H, V (\*\*)   
-- (\*\*)   
Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων (\*\*)   
Αριθμός φορτιζόμενου κόμβου, H, V (\*\*)   
-- (\*\*)

---

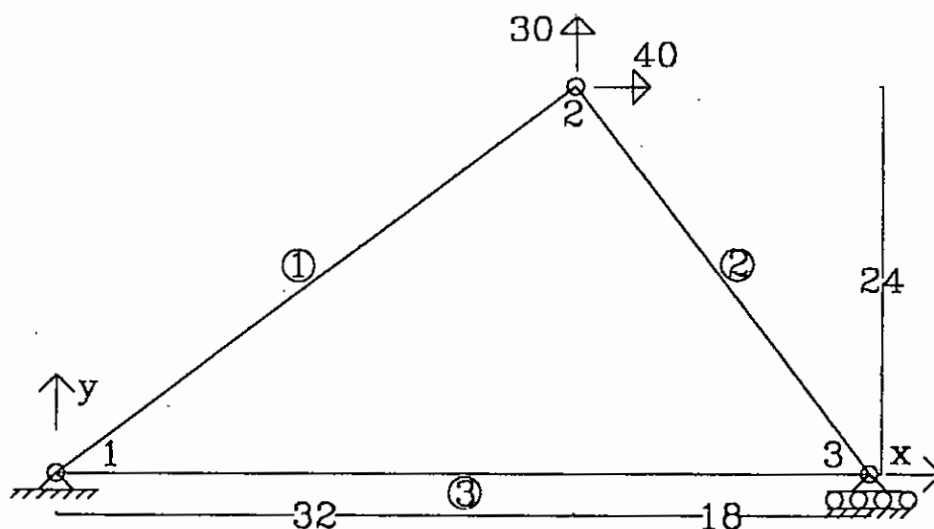
### Σημειώσεις :

- \* (δύο ακέραιοι που να δηλώνουν τους περιορισμούς του κόμβου για μετακίνηση κατά x- και y- διεύθυνση: δώστε 0 εάν περιορισμένος και 1 εάν μη περιορισμένος)
- \*\* (αν υπάρχει)

### Σχόλιο :

Επίσης, το παρόν πρόγραμμα H/Y ρωτάει κατά την εκτέλεσή του, αν επιθυμούμε να έχουμε συνδυασμούς των περιπτώσεων φόρτισης. Αν απαντήσουμε καταφατικά, το πρόγραμμα H/Y μας ρωτάει με τι συντελεστή να πολλαπλασιάσει κάθε μία από τις περιπτώσεις φόρτισης.

### Παράδειγμα 1ο



Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται ένα απλό επίπεδο δικτύωμα με τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηρίξεώς του. Αποτελείται από τρεις ράβδους από το ίδιο υλικό με μέτρο ελαστικότητας  $E$ . Όλα τα μέλη έχουν την ίδια διατομή  $A$ .

Ζητείται η επίλυση του δικτύωματος για την περίπτωση φόρτισης που φαίνεται στο σχήμα :

Συγκεντρωμένο οριζόντιο και κατακόρυφο φορτίο στον κόμβο 2.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX1 και EX1.0UT.

Το παράδειγμα έχει επιλυθεί [1] με την μέθοδο δυσκαμψίας, χωρίς χρήση  $H/Y$  για γενική τιμή μέτρου ελαστικότητας  $E$  και διατομής  $A$ . Τα αποτελέσματα ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

\*\*\* EXAMPLE 1 \*\*\*

3	3	200.000		
1		.000	.000	0 0
2	32.000	24.000		1 1
3	50.000	.000		1 0
1	1	2	1000.000	
2	2	3	1000.000	
3	1	3	1000.000	
1				
1	1			
2	40.000	30.000		

-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM  
 ACADEMIC YEAR 1995-1996  
 -----

PLANE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE-EX1

\*\*\* EXAMPLE 1 \*\*\*

ELASTIC MODULUS = .2000E+03

JOINT AND MEMBER DATA ( 3 JOINTS 3 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

1	.000	.000	0	0
2	32.000	24.000	1	1
3	50.000	.000	1	0

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.10000E+04	.40000E+02
2	2 TO 3	.10000E+04	.30000E+02
3	1 TO 3	.10000E+04	.50000E+02

-----  
 THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
1	2	.40000E+02	.30000E+02

\*\*\* EXAMPLE 1 \*\*\*

DEGREE OF FREEDOM = 3  
 WIDTH OF THE BAND = 3  
 TERMS IN K-MATRIX = 9  
 NO. OF LOAD CASES = 1

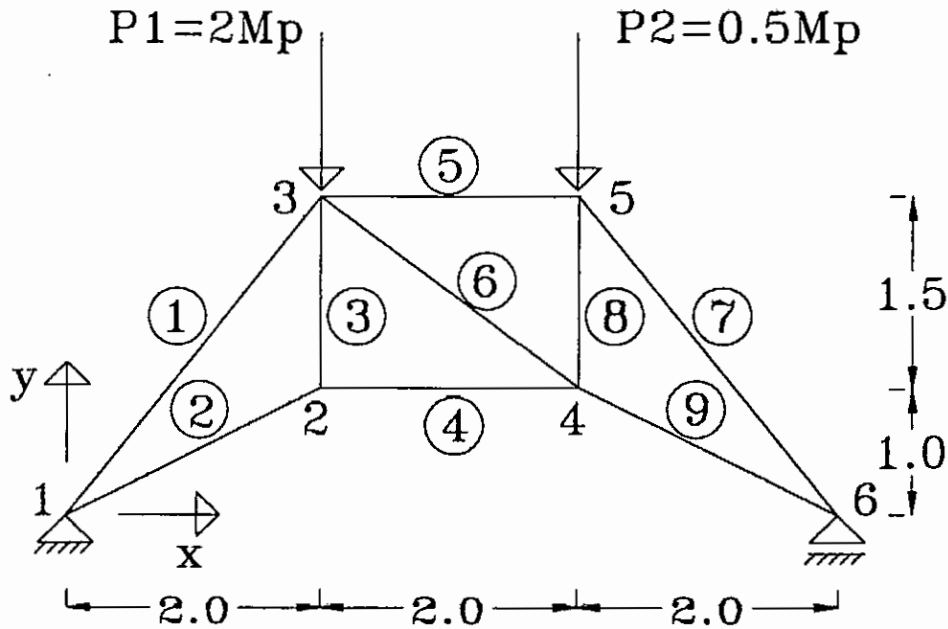
JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.80000E-02	.60000E-02
3	1	-.12118E-09	.00000E+00

MEMBER	LOAD-SET	BAR-TENSION	AXIAL-STRESS	MEMBER-ENDS
1	1	.50000E+02	.50000E-01	1 2
2	1	.77001E-06	.77001E-09	2 3
3	1	-.48470E-06	-.48470E-09	1 3

JOINT	LOAD-SET	HORIZ-FORCE	VERT-FORCE
1	1	-.40000E+02	-.30000E+02
2	1	.40000E+02	.30000E+02
3	1	-.22697E-07	-.61601E-06

-----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX1.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX1  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID  
 -----

## Παράδειγμα 2ο



Δίδεται το επίπεδο δικτύωμα του παραπάνω σχήματος με τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηριξεώς του. Όλα τα μέλη έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 0,91 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ . Το μέτρο ελαστικότητας για το υλικό του δικτύωματος είναι  $E = 0,21 \cdot 10^8 \text{ Mp/m}^2$ .

Ζητείται να επιλυθεί το δικτύωμα για την εικονιζόμενη φόρτιση.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX2 και EX2.OUT.

Η επίλυσή του με τη γραφική μέθοδο Cremona υπάρχει στο βιβλίο του καθηγητού Θ. Γεωργόπουλου [4]. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων των αντιδράσεων και των εσωτερικών δυνάμεων των ράβδων με τη μέθοδο Cremona και αυτών που προέκυψαν από την επίλυση με H/Y και τα αποτελέσματα ευρέθησαν σε πολύ καλή συμφωνία μεταξύ τους.

\*\*\* EXAMPLE 2 \*\*\*

6	9	21E6			
1		.000	.000	0	0
2		2.000	1.000	1	1
3		2.000	2.500	1	1
4		4.000	1.000	1	1
5		4.000	2.500	1	1
6		6.000	.000	1	0
1	1	3	0.91E-2		
2	1	2	0.91E-2		
3	2	3	0.91E-2		
4	2	4	0.91E-2		
5	3	5	0.91E-2		
6	3	4	0.91E-2		
7	5	6	0.91E-2		
8	4	5	0.91E-2		
9	4	6	0.91E-2		
1					
1	2				
3		.000	-2.000		
5		.000	-0.500		

-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE-EX2

\*\*\* EXAMPLE 2 \*\*\*

ELASTIC MODULUS = .2100E+08

JOINT AND MEMBER DATA ( 6 JOINTS 9 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

1	.000	.000	0	0
2	2.000	1.000	1	1
3	2.000	2.500	1	1
4	4.000	1.000	1	1
5	4.000	2.500	1	1
6	6.000	.000	1	0

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	LENGTH
1	1 TO 3	.91000E-02	.32016E+01
2	1 TO 2	.91000E-02	.22361E+01
3	2 TO 3	.91000E-02	.15000E+01
4	2 TO 4	.91000E-02	.20000E+01
5	3 TO 5	.91000E-02	.20000E+01
6	3 TO 4	.91000E-02	.25000E+01
7	5 TO 6	.91000E-02	.32016E+01
8	4 TO 5	.91000E-02	.15000E+01
9	4 TO 6	.91000E-02	.22361E+01

THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
1	3	.00000E+00	-.20000E+01
1	5	.00000E+00	-.50000E+00

\*\*\* EXAMPLE 2 \*\*\*

DEGREE OF FREEDOM = 9  
 WIDTH OF THE BAND = 6  
 TERMS IN K-MATRIX = 54  
 NO. OF LOAD CASES = 1

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.12111E-03	-.18372E-03
3	1	.13398E-03	-.17587E-03
4	1	.14204E-03	-.14695E-03
5	1	.12002E-03	-.13779E-03
6	1	.23502E-03	.00000E+00

MEMBER	LOAD-SET	BAR-TENSION	AXIAL-STRESS	MEMBER-ENDS
1	1	-.32016E+01	-.35182E+03	1 3
2	1	.22361E+01	.24572E+03	1 2

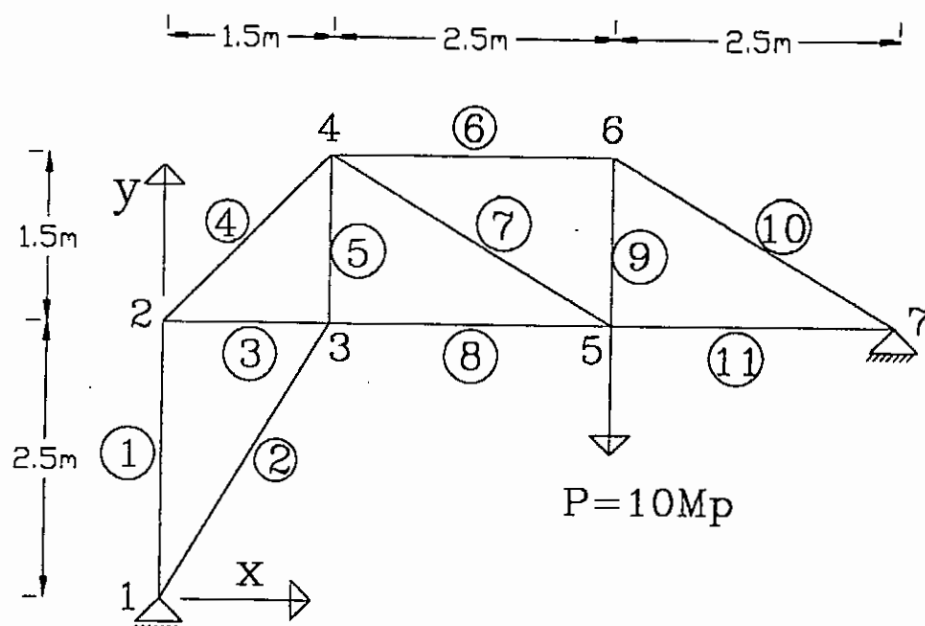
3	1	.10000E+01	.10989E+03	2	3
4	1	.20000E+01	.21978E+03	2	4
5	1	-.13333E+01	-.14652E+03	3	5
6	1	-.83333E+00	-.91575E+02	3	4
7	1	-.21344E+01	-.23455E+03	5	6
8	1	.11667E+01	.12820E+03	4	5
9	1	.14907E+01	.16381E+03	4	6

JOINT	LOAD-SET	HORIZ-FORCE	VERT-FORCE
1	1	.28610E-05	.15000E+01
2	1	-.20266E-05	-.23842E-06
3	1	-.11921E-05	-.20000E+01
4	1	-.35763E-06	.59605E-07
5	1	.10729E-05	-.50000E+00
6	1	-.35763E-06	.10000E+01

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX2.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX2  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID



### Παράδειγμα 3ο



Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται ένα δικτύωμα με τη φόρτιση, τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηρίξεώς του. Για το υλικό του δικτύωματος, ίδιο για όλες τις ράβδους, το μέτρο ελαστικότητας  $E = 0,21 \cdot 10^8 \text{ Mp/m}^2$  και το εμβαδόν διατομής  $A = 0,91 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ .

Ζητείται να επιλυθεί για την εικονιζόμενη φόρτιση.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX3 και EX3.OUT.

Η επίλυσή του με τη γραφική μέθοδο Cremona υπάρχει στο βιβλίο του καθηγητού Θ. Γεωργόπουλου [2]. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων και αυτά ευρέθησαν σε πολύ καλή συμφωνία μεταξύ τους.

\*\*\* EXAMPLE 3 \*\*\*

7	11	21E6			
1		.000	.000	1	0
2		.000	2.500	1	1
3		1.500	2.500	1	1
4		1.500	4.000	1	1
5		4.000	2.500	1	1
6		4.000	4.000	1	1
7		6.500	2.500	0	0
1	1	2	0.91E-2		
2	1	3	0.91E-2		
3	2	3	0.91E-2		
4	2	4	0.91E-2		
5	3	4	0.91E-2		
6	4	6	0.91E-2		
7	4	5	0.91E-2		
8	3	5	0.91E-2		
9	5	6	0.91E-2		
10	6	7	0.91E-2		
11	5	7	0.91E-2		
1					
1	1				
5		.000	-10.000		

-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS  
 -----

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE-EX3  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 3 \*\*\*  
 -----

ELASTIC MODULUS = .2100E+08

JOINT AND MEMBER DATA ( 7 JOINTS 11 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

1	.000	.000	1	0
2	.000	2.500	1	1
3	1.500	2.500	1	1
4	1.500	4.000	1	1
5	4.000	2.500	1	1
6	4.000	4.000	1	1
7	6.500	2.500	0	0

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.91000E-02	.25000E+01
2	1 TO 3	.91000E-02	.29155E+01
3	2 TO 3	.91000E-02	.15000E+01
4	2 TO 4	.91000E-02	.21213E+01
5	3 TO 4	.91000E-02	.15000E+01
6	4 TO 6	.91000E-02	.25000E+01
7	4 TO 5	.91000E-02	.29155E+01
8	3 TO 5	.91000E-02	.25000E+01
9	5 TO 6	.91000E-02	.15000E+01
10	6 TO 7	.91000E-02	.29155E+01
11	5 TO 7	.91000E-02	.25000E+01

-----  
 THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
1	5	.00000E+00	-.10000E+02

-----  
 \*\*\* EXAMPLE 3 \*\*\*  
 -----

DEGREE OF FREEDOM = 11  
 WIDTH OF THE BAND = 6  
 TERMS IN K-MATRIX = 66  
 NO. OF LOAD CASES = 1

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	1	-.70344E-03	.00000E+00
2	1	-.21468E-03	-.50316E-04
3	1	-.18449E-03	-.31137E-03
4	1	-.39018E-04	-.31137E-03
5	1	-.13418E-03	-.69164E-03
6	1	-.17319E-03	-.64333E-03
7	1	.00000E+00	.00000E+00

-----  
 MEMBER LOAD-SET BAR-TENSION AXIAL-STRESS MEMBER-ENDS

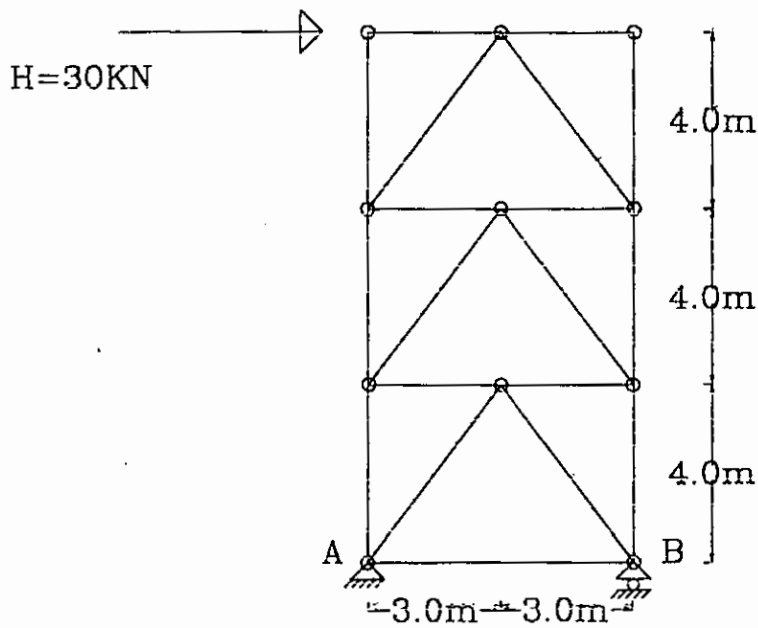
1	1	-.38462E+01	-.42265E+03	1	2
2	1	-.75459E-06	-.82922E-04	1	3
3	1	.38462E+01	.42265E+03	2	3
4	1	-.54393E+01	-.59772E+03	2	4
5	1	-.19558E-06	-.21492E-04	3	4
6	1	-.10256E+02	-.11271E+04	4	6
7	1	.74756E+01	.82149E+03	4	5
8	1	.38462E+01	.42265E+03	3	5
9	1	.61538E+01	.67625E+03	5	6
10	1	-.11961E+02	-.13144E+04	6	7
11	1	.10256E+02	.11271E+04	5	7

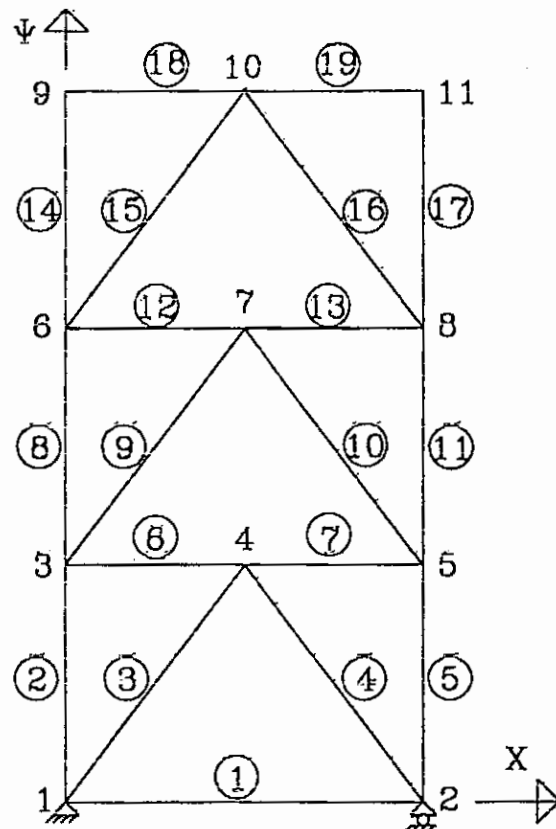
JOINT	LOAD-SET	HORIZ-FORCE	VERT-FORCE
1	1	.38823E-06	.38462E+01
2	1	-.71526E-06	-.95367E-06
3	1	.00000E+00	-.45148E-06
4	1	.33379E-05	.26226E-05
5	1	-.38147E-05	-.10000E+02
6	1	-.19073E-05	-.38147E-05
7	1	.28610E-05	.61539E+01

-----  
 -----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX3.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX3  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID  
 -----  
 -----

Παράδειγμα 4ο



α) Δικτυωμα και φορτιση



β) Υπολογιστικο μοντελο

Στο σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο δικτύωμα με τις διαστάσεις και τις συνθήκες στήριξής του. Για το υλικό του δικτυώματος λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας  $E = 1 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$ . Η διατομή είναι ίδια για όλο το δικτύωμα και ίση με  $A = 0,001 \text{ m}^2$ .

Ζητείται η επίλυσή του για την φόρτιση που φαίνεται στο σχήμα, δηλαδή μία συγκεντρωμένη οριζόντια δύναμη 30 KN στον κόμβο 9.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX4 και EX4.OUT.

\*\*\* EXAMPLE 4 \*\*\*

11	19	1E7			
1		.000	.000	0	0
2	6.0000		.000	1	0
3	.000	4.0000		1	1
4	3.0000	4.0000		1	1
5	6.0000	4.0000		1	1
6	.000	8.0000		1	1
7	3.0000	8.0000		1	1
8	6.0000	8.0000		1	1
9	.000	12.0000		1	1
10	3.0000	12.0000		1	1
11	6.0000	12.0000		1	1
1	1	2	.001		
2	1	3	.001		
3	1	4	.001		
4	2	4	.001		
5	2	5	.001		
6	3	4	.001		
7	4	5	.001		
8	3	6	.001		
9	3	7	.001		
10	5	7	.001		
11	5	8	.001		
12	6	7	.001		
13	7	8	.001		
14	6	9	.001		
15	6	10	.001		
16	8	10	.001		
17	8	11	.001		
18	9	10	.001		
19	10	11	.001		
1					
1	1				
9	30.000		.000		

-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE-EX4

\*\*\* EXAMPLE 4 \*\*\*

ELASTIC MODULUS = .1000E+08

JOINT AND MEMBER DATA ( 11 JOINTS 19 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

1	.000	.000	0	0
2	6.000	.000	1	0
3	.000	4.000	1	1
4	3.000	4.000	1	1
5	6.000	4.000	1	1
6	.000	8.000	1	1
7	3.000	8.000	1	1
8	6.000	8.000	1	1
9	.000	12.000	1	1
10	3.000	12.000	1	1
11	6.000	12.000	1	1

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.10000E-02	.60000E+01
2	1 TO 3	.10000E-02	.40000E+01
3	1 TO 4	.10000E-02	.50000E+01
4	2 TO 4	.10000E-02	.50000E+01
5	2 TO 5	.10000E-02	.40000E+01
6	3 TO 4	.10000E-02	.30000E+01
7	4 TO 5	.10000E-02	.30000E+01
8	3 TO 6	.10000E-02	.40000E+01
9	3 TO 7	.10000E-02	.50000E+01
10	5 TO 7	.10000E-02	.50000E+01
11	5 TO 8	.10000E-02	.40000E+01
12	6 TO 7	.10000E-02	.30000E+01
13	7 TO 8	.10000E-02	.30000E+01
14	6 TO 9	.10000E-02	.40000E+01
15	6 TO 10	.10000E-02	.50000E+01
16	8 TO 10	.10000E-02	.50000E+01
17	8 TO 11	.10000E-02	.40000E+01
18	9 TO 10	.10000E-02	.30000E+01
19	10 TO 11	.10000E-02	.30000E+01

-----  
 THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
1	9	.30000E+02	.00000E+00

-----  
 \*\*\* EXAMPLE 4 \*\*\*

-----  
 DEGREE OF FREEDOM = 19  
 WIDTH OF THE BAND = 10  
 TERMS IN K-MATRIX = 190  
 NO. OF LOAD CASES = 1



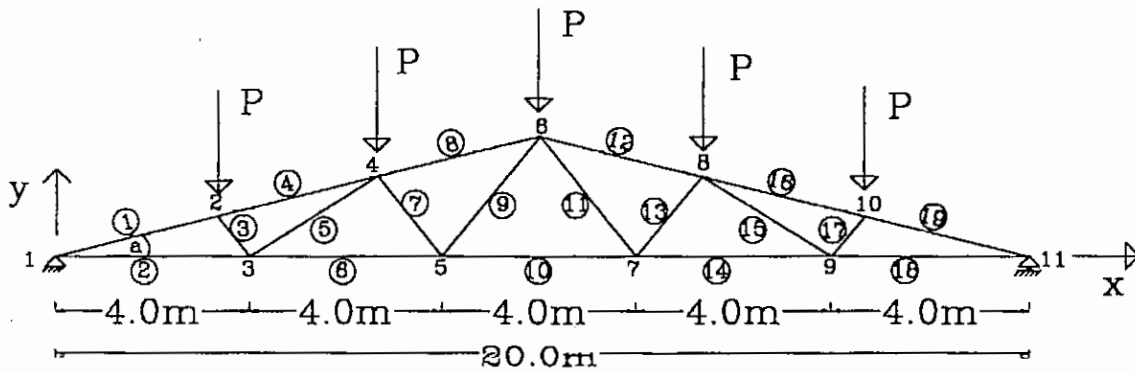
JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.89999E-02	.00000E+00
3	1	.29833E-01	.16000E-01
4	1	.25333E-01	-.33750E-02
5	1	.29833E-01	-.16000E-01
6	1	.76500E-01	.24000E-01
7	1	.72000E-01	.38817E-08
8	1	.76500E-01	-.24000E-01
9	1	.13833E+00	.24000E-01
10	1	.12933E+00	.80457E-08
11	1	.12933E+00	-.24000E-01

MEMBER	LOAD-SET	BAR-TENSION	AXIAL-STRESS	MEMBER-ENDS	
1	1	.15000E+02	.15000E+05	1	2
2	1	.40000E+02	.40000E+05	1	3
3	1	.25000E+02	.25000E+05	1	4
4	1	-.25000E+02	-.25000E+05	2	4
5	1	-.40000E+02	-.40000E+05	2	5
6	1	-.15000E+02	-.15000E+05	3	4
7	1	.15000E+02	.15000E+05	4	5
8	1	.20000E+02	.20000E+05	3	6
9	1	.25000E+02	.25000E+05	3	7
10	1	-.25000E+02	-.25000E+05	5	7
11	1	-.20000E+02	-.20000E+05	5	8
12	1	-.15000E+02	-.15000E+05	6	7
13	1	.15000E+02	.15000E+05	7	8
14	1	.33528E-06	.33528E-03	6	9
15	1	.25000E+02	.25000E+05	6	10
16	1	-.25000E+02	-.25000E+05	8	10
17	1	-.38743E-06	-.38743E-03	8	11
18	1	-.30000E+02	-.30000E+05	9	10
19	1	.70630E-05	.70630E-02	10	11

JOINT	LOAD-SET	HORIZ-FORCE	VERT-FORCE
1	1	-.30000E+02	-.60000E+02
2	1	-.47684E-05	.60000E+02
3	1	-.13351E-04	.11444E-04
4	1	.47684E-05	-.19073E-05
5	1	-.76294E-05	.95367E-05
6	1	-.12398E-04	.19073E-05
7	1	-.63896E-04	-.19073E-05
8	1	-.28610E-05	.13739E-04
9	1	.30000E+02	.33528E-06
10	1	-.10243E-03	-.38147E-05
11	1	.70630E-05	-.38743E-06

-----  
 -----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX4.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX4  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID  
 -----  
 -----

## Παράδειγμα 5ο



Στο σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο δικτύωμα με τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηρίξεώς του. Η γωνία που σχηματίζουν οι ράβδοι 1 και 2 είναι  $\alpha = 14,03^\circ$ . Για το υλικό του λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας  $E = 2,1 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$ . Για το άνω πέλμα τα μέλη έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 26,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ , τα μέλη για το κάτω πέλμα έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 22,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$  και για τα διαγώνια μέλη το εμβαδόν διατομής είναι  $A = 16,46 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ .

Ζητείται η επίλυση του δικτύωματος για την περίπτωση φόρτισης που φαίνεται στο σχήμα, με  $P = 20\text{KN}$

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX5 και EX5.OUT.

Η επίλυσή του με γραφική μέθοδο Cremona υπάρχει στο βιβλίο του Γρ. Φουρναράκου [5]. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων, και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

\*\*\* EXAMPLE 5 \*\*\*

11	19	.2100E+09			
1		.000	.000	0	0
2		3.337	.836	1	1
3		4.000	.000	1	1
4		6.674	1.672	1	1
5		8.000	.000	1	1
6		10.000	2.500	1	1
7		12.000	.000	1	1
8		13.326	1.672	1	1
9		16.000	.000	1	1
10		16.663	.836	1	1
11		20.000	.000	1	0
1	1	2	.26400E-02		
2	1	3	.22200E-02		
3	2	3	.16460E-02		
4	2	4	.26400E-02		
5	3	4	.16460E-02		
6	3	5	.22200E-02		
7	4	5	.16460E-02		
8	4	6	.26400E-02		
9	5	6	.16460E-02		
10	5	7	.22200E-02		
11	6	7	.16460E-02		
12	6	8	.26400E-02		
13	7	8	.16460E-02		
14	7	9	.22200E-02		
15	8	9	.16460E-02		
16	8	10	.26400E-02		
17	9	10	.16460E-02		
18	9	11	.22200E-02		
19	10	11	.26400E-02		
1					
1	5				
2		.000	-20.000		
4		.000	-20.000		
6		.000	-20.000		
8		.000	-20.000		
10		.000	-20.000		

-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE-EX5

\*\*\* EXAMPLE 5 \*\*\*

ELASTIC MODULUS = .2100E+09

JOINT AND MEMBER DATA ( 11 JOINTS 19 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

1	.000	.000	0	0
2	3.337	.836	1	1
3	4.000	.000	1	1
4	6.674	1.672	1	1
5	8.000	.000	1	1
6	10.000	2.500	1	1
7	12.000	.000	1	1
8	13.326	1.672	1	1
9	16.000	.000	1	1
10	16.663	.836	1	1
11	20.000	.000	1	0

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.26400E-02	.34401E+01
2	1 TO 3	.22200E-02	.40000E+01
3	2 TO 3	.16460E-02	.10670E+01
4	2 TO 4	.26400E-02	.34401E+01
5	3 TO 4	.16460E-02	.31537E+01
6	3 TO 5	.22200E-02	.40000E+01
7	4 TO 5	.16460E-02	.21340E+01
8	4 TO 6	.26400E-02	.34275E+01
9	5 TO 6	.16460E-02	.32016E+01
10	5 TO 7	.22200E-02	.40000E+01
11	6 TO 7	.16460E-02	.32016E+01
12	6 TO 8	.26400E-02	.34275E+01
13	7 TO 8	.16460E-02	.21340E+01
14	7 TO 9	.22200E-02	.40000E+01
15	8 TO 9	.16460E-02	.31537E+01
16	8 TO 10	.26400E-02	.34401E+01
17	9 TO 10	.16460E-02	.10670E+01
18	9 TO 11	.22200E-02	.40000E+01
19	10 TO 11	.26400E-02	.34401E+01

-----  
 THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 5 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
1	2	.00000E+00	-.20000E+02
1	4	.00000E+00	-.20000E+02
1	6	.00000E+00	-.20000E+02
1	8	.00000E+00	-.20000E+02
1	10	.00000E+00	-.20000E+02

-----  
 \*\*\* EXAMPLE 5 \*\*\*  
 -----

DEGREE OF FREEDOM = 19  
 WIDTH OF THE BAND = 6  
 TERMS IN K-MATRIX = 114  
 NO. OF LOAD CASES = 1

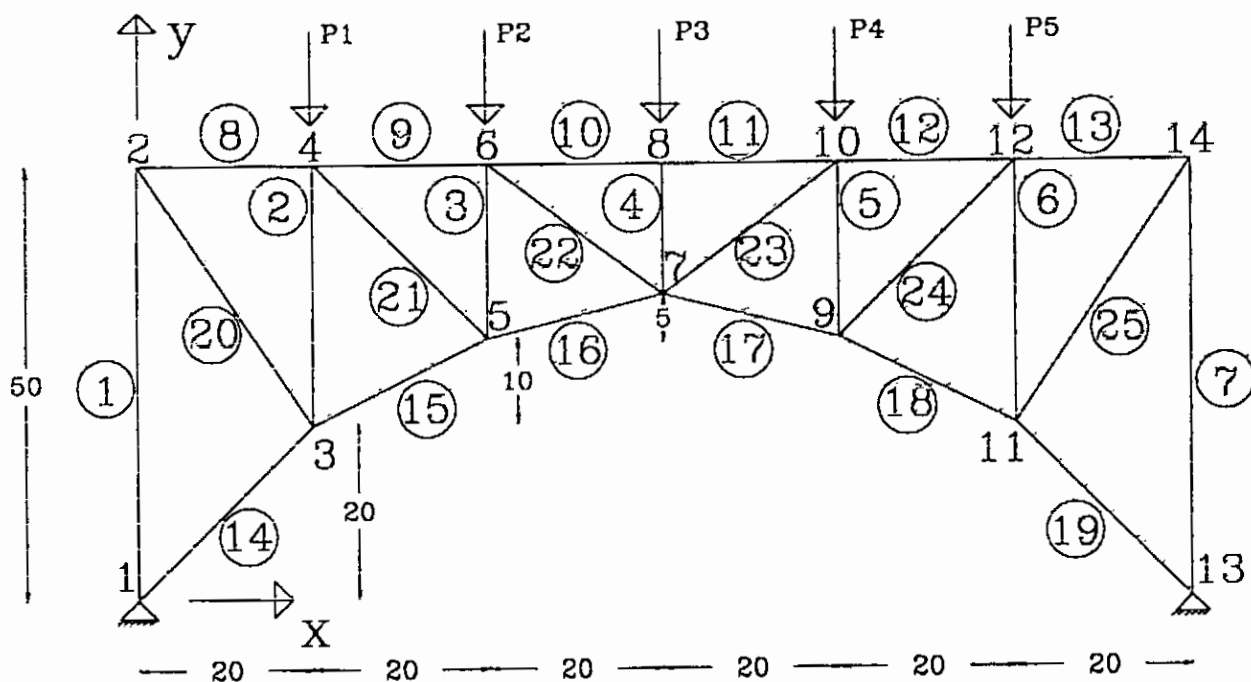
JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.41746E-02	-.21917E-01
3	1	.17124E-02	-.23786E-01
4	1	.43248E-02	-.27422E-01
5	1	.30824E-02	-.28158E-01
6	1	.35976E-02	-.28192E-01
7	1	.41128E-02	-.28158E-01
8	1	.28704E-02	-.27422E-01
9	1	.54827E-02	-.23786E-01
10	1	.30206E-02	-.21917E-01
11	1	.71952E-02	.00000E+00

MEMBER	LOAD-SET	BAR-TENSION	AXIAL-STRESS	MEMBER-ENDS
1	1	-.20575E+03	-.77937E+05	1 2
2	1	.19959E+03	.89903E+05	1 3
3	1	-.21295E+02	-.12937E+05	2 3
4	1	-.19211E+03	-.72770E+05	2 4
5	1	.31471E+02	.19120E+05	3 4
6	1	.15967E+03	.71923E+05	3 5
7	1	-.31708E+02	-.19264E+05	4 5
8	1	-.14424E+03	-.54636E+05	4 6
9	1	.31816E+02	.19329E+05	5 6
10	1	.12009E+03	.54095E+05	5 7
11	1	.31816E+02	.19329E+05	6 7
12	1	-.14424E+03	-.54636E+05	6 8
13	1	-.31708E+02	-.19264E+05	7 8
14	1	.15967E+03	.71923E+05	7 9
15	1	.31472E+02	.19120E+05	8 9
16	1	-.19211E+03	-.72770E+05	8 10
17	1	-.21295E+02	-.12938E+05	9 10
18	1	.19959E+03	.89904E+05	9 11
19	1	-.20575E+03	-.77937E+05	10 11

JOINT	LOAD-SET	HORIZ-FORCE	VERT-FORCE
1	1	.80872E-03	.50001E+02
2	1	.13733E-03	-.20000E+02
3	1	.12207E-03	-.27466E-03
4	1	-.35095E-03	-.20000E+02
5	1	.68665E-04	-.34523E-03
6	1	-.59509E-03	-.20000E+02
7	1	.91553E-04	-.70953E-03
8	1	.76294E-04	-.20000E+02
9	1	-.15259E-03	-.39864E-03
10	1	-.91553E-04	-.20000E+02
11	1	-.12207E-03	.50001E+02

-----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX5.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX5  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID  
 -----

### Παράδειγμα 6ο



Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο δικτύωμα με τις συνθήκες στηριξέως του. Για το υλικό του λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας  $E = 2 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$ . Τα μέλη του άνω πέλματος και οι ορθοστάτες έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 0,25 \text{ m}^2$ , τα μέλη του κάτω πέλματος έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 0,35 \text{ m}^2$ , και τα διαγώνια μέλη έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 0,1 \text{ m}^2$ .

Ζητείται η επίλυση του δικτύωματος για τις παρακάτω περιπτώσεις φόρτισης:

- α) Κατακόρυφες συγκεντρωμένες δυνάμεις  $P_1 = P_2 = 4.000 \text{ KN}$  στους κόμβους 4 και 6.
- β) Κατακόρυφη συγκεντρωμένη δύναμη  $P_3 = 4.000 \text{ KN}$  στον κόμβο 8.
- γ) Κατακόρυφες συγκεντρωμένες δυνάμεις  $P_4 = P_5 = 4.000 \text{ KN}$  στους κόμβους 10 και 12.

δ) Κατακόρυφες συγκεντρωμένες δυνάμεις  $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = 4.000 \text{ KN}$  στους κόμβους 4, 6, 8, 10 και 12 αντίστοιχα.

Για να χρησιμοποιηθεί η δυνατότητα του προγράμματος H/Y να επιλύει για διαφόρους συνδυασμούς φορτίσεων, το παρόν παράδειγμα θα επιλυθεί, για συνδυασμό των φορτίσεων  $\alpha, \beta, \gamma$  που φυσικά αναμένεται να δώσει τα ίδια αποτελέσματα με αυτά της περίπτωσης  $\delta$ .

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX6 και EX6.OUT.

\*\*\* EXAMPLE 6 \*\*\*

14	25	2E8		
1	0	0	0	0
2	0	50	1	1
3	20	20	1	1
4	20	50	1	1
5	40	30	1	1
6	40	50	1	1
7	60	35	1	1
8	60	50	1	1
9	80	30	1	1
10	80	50	1	1
11	100	20	1	1
12	100	50	1	1
13	120	0	0	0
14	120	50	1	1

1	1	2	0.25
2	3	4	0.25
3	5	6	0.25
4	7	8	0.25
5	9	10	0.25
6	11	12	0.25
7	13	14	0.25
8	2	4	0.25
9	4	6	0.25
10	6	8	0.25
11	8	10	0.25
12	10	12	0.25
13	12	14	0.25
14	1	3	0.35
15	3	5	0.35
16	5	7	0.35
17	7	9	0.35
18	9	11	0.35
19	11	13	0.35
20	2	3	0.1
21	4	5	0.1
22	6	7	0.1
23	10	7	0.1
24	9	12	0.1
25	14	11	0.1

4		
1	2	
6	0	-4000
4	0	-4000
2	1	
8	0	-4000
3	2	
12	0	-4000
10	0	-4000
4	5	
4	0	-4000
6	0	-4000
8	0	-4000
10	0	-4000
12	0	-4000



```

-----
----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----
-----
PLANE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS
-----
(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
THE DATA WILL BE READ FROM FILE-EX6
-----
*** EXAMPLE 6 ***
-----

```

ELASTIC MODULUS = .2000E+09

JOINT AND MEMBER DATA ( 14 JOINTS 25 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

Node	X-Ordinate	Y-Ordinate	Constraint 1	Constraint 2
1	.000	.000	0	0
2	.000	50.000	1	1
3	20.000	20.000	1	1
4	20.000	50.000	1	1
5	40.000	30.000	1	1
6	40.000	50.000	1	1
7	60.000	35.000	1	1
8	60.000	50.000	1	1
9	80.000	30.000	1	1
10	80.000	50.000	1	1
11	100.000	20.000	1	1
12	100.000	50.000	1	1
13	120.000	.000	0	0
14	120.000	50.000	1	1

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.25000E+00	.50000E+02
2	3 TO 4	.25000E+00	.30000E+02
3	5 TO 6	.25000E+00	.20000E+02
4	7 TO 8	.25000E+00	.15000E+02
5	9 TO 10	.25000E+00	.20000E+02
6	11 TO 12	.25000E+00	.30000E+02
7	13 TO 14	.25000E+00	.50000E+02
8	2 TO 4	.25000E+00	.20000E+02
9	4 TO 6	.25000E+00	.20000E+02
10	6 TO 8	.25000E+00	.20000E+02
11	8 TO 10	.25000E+00	.20000E+02
12	10 TO 12	.25000E+00	.20000E+02
13	12 TO 14	.25000E+00	.20000E+02
14	1 TO 3	.35000E+00	.28284E+02
15	3 TO 5	.35000E+00	.22361E+02
16	5 TO 7	.35000E+00	.20616E+02
17	7 TO 9	.35000E+00	.20616E+02
18	9 TO 11	.35000E+00	.22361E+02
19	11 TO 13	.35000E+00	.28284E+02
20	2 TO 3	.10000E+00	.36056E+02
21	4 TO 5	.10000E+00	.28284E+02
22	6 TO 7	.10000E+00	.25000E+02
23	7 TO 10	.10000E+00	.25000E+02
24	9 TO 12	.10000E+00	.28284E+02
25	11 TO 14	.10000E+00	.36056E+02

THERE ARE 4 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
1	6	.00000E+00	-.40000E+04
1	4	.00000E+00	-.40000E+04

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
2	8	.00000E+00	-.40000E+04

IN LOAD-SET 3 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
3	12	.00000E+00	-.40000E+04
3	10	.00000E+00	-.40000E+04

IN LOAD-SET 4 THERE ARE 5 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
4	4	.00000E+00	-.40000E+04
4	6	.00000E+00	-.40000E+04
4	8	.00000E+00	-.40000E+04
4	10	.00000E+00	-.40000E+04
4	12	.00000E+00	-.40000E+04

\*\*\* EXAMPLE 6 \*\*\*

DEGREE OF FREEDOM = 24  
 WIDTH OF THE BAND = 8  
 TERMS IN K-MATRIX = 192  
 NO. OF LOAD CASES = 4

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.65792E-02	-.27650E-02
3	1	.70421E-02	-.96564E-02
4	1	.58419E-02	-.12839E-01
5	1	.85619E-02	-.13807E-01
6	1	.45829E-02	-.14599E-01
7	1	.63786E-02	-.51840E-02
8	1	.44023E-02	-.51840E-02
9	1	.67654E-02	.14793E-02
10	1	.42217E-02	.10880E-02
11	1	.61961E-02	.35818E-02
12	1	.45627E-02	.35993E-02
13	1	.00000E+00	.00000E+00
14	1	.48921E-02	.12350E-02
1	2	.00000E+00	.00000E+00
2	2	.86276E-03	.48365E-03
3	2	-.19050E-02	-.10210E-03
4	2	.99174E-03	-.46027E-03
5	2	-.10042E-02	-.41446E-02
6	2	.88193E-03	-.47237E-02
7	2	-.17038E-08	-.10926E-01
8	2	-.10597E-08	-.12126E-01
9	2	.10042E-02	-.41446E-02
10	2	-.88193E-03	-.47237E-02
11	2	.19050E-02	-.10210E-03
12	2	-.99174E-03	-.46027E-03
13	2	.00000E+00	.00000E+00
14	2	-.86277E-03	.48365E-03
1	3	.00000E+00	.00000E+00
2	3	-.48921E-02	.12350E-02
3	3	-.61961E-02	.35818E-02
4	3	-.45627E-02	.35993E-02

5	3	-.67654E-02	.14793E-02
6	3	-.42217E-02	.10880E-02
7	3	-.63786E-02	-.51840E-02
8	3	-.44023E-02	-.51840E-02
9	3	-.85619E-02	-.13808E-01
10	3	-.45829E-02	-.14599E-01
11	3	-.70421E-02	-.96564E-02
12	3	-.58419E-02	-.12839E-01
13	3	.00000E+00	.00000E+00
14	3	-.65792E-02	-.27650E-02

1	4	.00000E+00	.00000E+00
2	4	.25499E-02	-.10463E-02
3	4	-.10590E-02	-.61767E-02
4	4	.22709E-02	-.96998E-02
5	4	.79235E-03	-.16473E-01
6	4	.12432E-02	-.18234E-01
7	4	-.60342E-08	-.21294E-01
8	4	-.39645E-08	-.22494E-01
9	4	-.79237E-03	-.16473E-01
10	4	-.12432E-02	-.18234E-01
11	4	.10590E-02	-.61767E-02
12	4	-.22709E-02	-.96998E-02
13	4	.00000E+00	.00000E+00
14	4	-.25499E-02	-.10463E-02

-----

MEMBER	LOAD-SET	BAR-TENSION	AXIAL-STRESS	MEMBER-ENDS
--------	----------	-------------	--------------	-------------

1	1	-.27650E+04	-.11060E+05	1	2
2	1	-.53041E+04	-.21217E+05	3	4
3	1	-.19781E+04	-.79124E+04	5	6
4	1	.23946E-02	.95784E-02	7	8
5	1	-.97809E+03	-.39124E+04	9	10
6	1	.29207E+02	.11683E+03	11	12
7	1	.12350E+04	.49402E+04	13	14
8	1	-.18433E+04	-.73732E+04	2	4
9	1	-.31474E+04	-.12590E+05	4	6
10	1	-.45156E+03	-.18062E+04	6	8
11	1	-.45156E+03	-.18062E+04	8	10
12	1	.85257E+03	.34103E+04	10	12
13	1	.82337E+03	.32935E+04	12	14
14	1	-.45751E+04	-.13072E+05	1	3
15	1	-.15560E+04	-.44458E+04	3	5
16	1	-.90316E+02	-.25805E+03	5	7
17	1	-.42134E+04	-.12038E+05	7	9
18	1	-.45374E+04	-.12964E+05	9	11
19	1	-.45750E+04	-.13072E+05	11	13
20	1	.33231E+04	.33231E+05	2	3
21	1	.18443E+04	.18443E+05	4	5
22	1	-.33698E+04	-.33698E+05	6	7
23	1	.16302E+04	.16302E+05	7	10
24	1	-.41304E+02	-.41304E+03	9	12
25	1	-.14843E+04	-.14843E+05	11	14

1	2	.48365E+03	.19346E+04	1	2
2	2	-.59696E+03	-.23878E+04	3	4
3	2	-.14477E+04	-.57909E+04	5	6
4	2	-.40000E+04	-.16000E+05	7	8
5	2	-.14477E+04	-.57909E+04	9	10
6	2	-.59696E+03	-.23878E+04	11	12
7	2	.48365E+03	.19346E+04	13	14
8	2	.32243E+03	.12897E+04	2	4
9	2	-.27453E+03	-.10981E+04	4	6
10	2	-.22048E+04	-.88193E+04	6	8

11	2	-.22048E+04	-.88193E+04	8	10
12	2	-.27453E+03	-.10981E+04	10	12
13	2	.32243E+03	.12897E+04	12	14
14	2	-.35124E+04	-.10035E+05	1	3
15	2	-.31373E+04	-.89637E+04	3	5
16	2	-.22771E+04	-.65060E+04	5	7
17	2	-.22771E+04	-.65060E+04	7	9
18	2	-.31373E+04	-.89637E+04	9	11
19	2	-.35124E+04	-.10035E+05	11	13
20	2	-.58127E+03	-.58127E+04	2	3
21	2	.84423E+03	.84423E+04	4	5
22	2	.24129E+04	.24129E+05	6	7
23	2	.24129E+04	.24129E+05	7	10
24	2	.84423E+03	.84423E+04	9	12
25	2	-.58127E+03	-.58127E+04	11	14

1	3	.12350E+04	.49402E+04	1	2
2	3	.29207E+02	.11683E+03	3	4
3	3	-.97810E+03	-.39124E+04	5	6
4	3	.17987E-02	.71947E-02	7	8
5	3	-.19781E+04	-.79124E+04	9	10
6	3	-.53041E+04	-.21217E+05	11	12
7	3	-.27650E+04	-.11060E+05	13	14
8	3	.82337E+03	.32935E+04	2	4
9	3	.85257E+03	.34103E+04	4	6
10	3	-.45156E+03	-.18062E+04	6	8
11	3	-.45156E+03	-.18062E+04	8	10
12	3	-.31474E+04	-.12590E+05	10	12
13	3	-.18433E+04	-.73732E+04	12	14
14	3	-.45750E+04	-.13072E+05	1	3
15	3	-.45374E+04	-.12964E+05	3	5
16	3	-.42134E+04	-.12038E+05	5	7
17	3	-.90314E+02	-.25804E+03	7	9
18	3	-.15560E+04	-.44458E+04	9	11
19	3	-.45751E+04	-.13072E+05	11	13
20	3	-.14843E+04	-.14843E+05	2	3
21	3	-.41304E+02	-.41304E+03	4	5
22	3	.16302E+04	.16302E+05	6	7
23	3	-.33698E+04	-.33698E+05	7	10
24	3	.18443E+04	.18443E+05	9	12
25	3	.33231E+04	.33231E+05	11	14

1	4	-.10463E+04	-.41850E+04	1	2
2	4	-.58719E+04	-.23488E+05	3	4
3	4	-.44039E+04	-.17616E+05	5	6
4	4	-.40000E+04	-.16000E+05	7	8
5	4	-.44039E+04	-.17616E+05	9	10
6	4	-.58719E+04	-.23488E+05	11	12
7	4	-.10463E+04	-.41850E+04	13	14
8	4	-.69750E+03	-.27900E+04	2	4
9	4	-.25694E+04	-.10278E+05	4	6
10	4	-.31079E+04	-.12432E+05	6	8
11	4	-.31079E+04	-.12432E+05	8	10
12	4	-.25694E+04	-.10278E+05	10	12
13	4	-.69751E+03	-.27900E+04	12	14
14	4	-.12663E+05	-.36179E+05	1	3
15	4	-.92308E+04	-.26374E+05	3	5
16	4	-.65808E+04	-.18802E+05	5	7
17	4	-.65808E+04	-.18802E+05	7	9
18	4	-.92308E+04	-.26374E+05	9	11
19	4	-.12663E+05	-.36179E+05	11	13
20	4	.12574E+04	.12574E+05	2	3
21	4	.26472E+04	.26472E+05	4	5
22	4	.67318E+03	.67318E+04	6	7

23	4	.67318E+03	.67318E+04	7	10
24	4	.26472E+04	.26472E+05	9	12
25	4	.12574E+04	.12574E+05	11	14

-----

JOINT	LOAD-SET	HORIZ-FORCE	VERT-FORCE
-------	----------	-------------	------------

1	1	.32350E+04	.60000E+04
2	1	-.24414E-03	-.24414E-03
3	1	.20752E-02	-.48828E-03
4	1	-.21973E-02	-.40000E+04
5	1	-.18311E-02	-.51270E-02
6	1	.14648E-02	-.40000E+04
7	1	-.36621E-03	-.10986E-02
8	1	-.24414E-03	.23946E-02
9	1	.10109E-03	-.63133E-03
10	1	-.32959E-02	.12207E-03
11	1	-.19531E-02	.18311E-02
12	1	.99754E-03	.68855E-03
13	1	-.32350E+04	.20000E+04
14	1	.30518E-03	.00000E+00

1	2	.24836E+04	.20000E+04
2	2	.21362E-03	.00000E+00
3	2	.10681E-02	.67139E-03
4	2	-.61035E-04	-.61035E-04
5	2	-.30518E-03	.54932E-03
6	2	-.48828E-03	-.12207E-03
7	2	-.61035E-03	.64697E-02
8	2	.24414E-03	-.40000E+04
9	2	.24414E-03	-.19531E-02
10	2	.48828E-03	-.48828E-03
11	2	-.45776E-03	.61035E-03
12	2	.36621E-03	.24414E-03
13	2	-.24836E+04	.20000E+04
14	2	-.27466E-03	-.12207E-03

1	3	.32350E+04	.20000E+04
2	3	-.24414E-03	.24414E-03
3	3	.61035E-03	.12207E-03
4	3	.36430E-03	.74005E-03
5	3	.30708E-03	.59128E-04
6	3	.12207E-03	.12207E-03
7	3	.73242E-03	-.48828E-03
8	3	-.24414E-03	.17987E-02
9	3	.14648E-02	.13428E-02
10	3	.29297E-02	-.40000E+04
11	3	.73242E-03	-.12207E-02
12	3	-.85449E-03	-.40000E+04
13	3	-.32351E+04	.60000E+04
14	3	-.85449E-03	.24414E-03

1	4	.89537E+04	.10000E+05
2	4	.48828E-03	-.12207E-03
3	4	.36621E-03	-.14648E-02
4	4	-.48828E-03	-.40000E+04
5	4	-.15869E-02	.14648E-02
6	4	.30518E-03	-.40000E+04
7	4	.19531E-02	-.24719E-02
8	4	-.73242E-03	-.40000E+04
9	4	.85449E-03	-.12817E-01
10	4	.14038E-02	-.40000E+04
11	4	-.34180E-02	.13428E-02
12	4	.85449E-03	-.40000E+04
13	4	-.89537E+04	.10000E+05

\*\*\* EXAMPLE 6 \*\*\*

THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

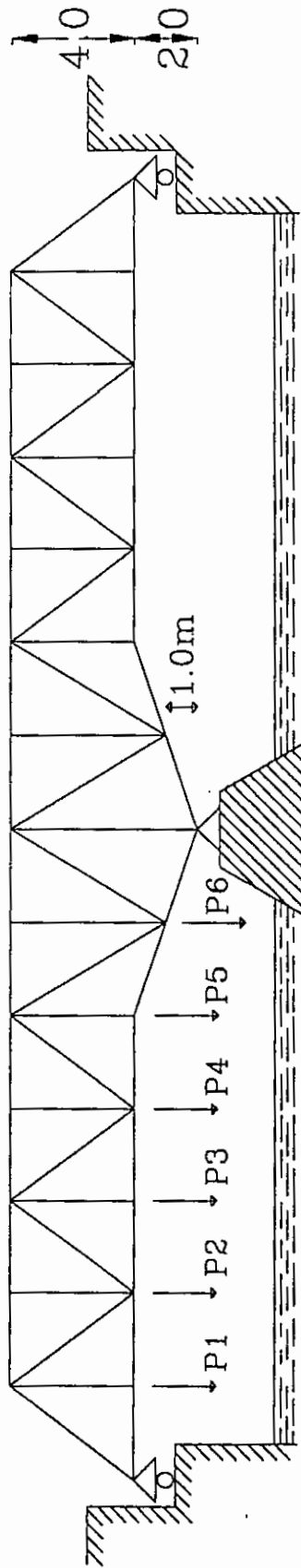
LOAD CASE 1 \* 1.000  
 LOAD CASE 2 \* 1.000  
 LOAD CASE 3 \* 1.000  
 LOAD CASE 4 \* .000

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	.00000E+00	.00000E+00
2	.25499E-02	-.10463E-02
3	-.10590E-02	-.61767E-02
4	.22709E-02	-.96998E-02
5	.79235E-03	-.16473E-01
6	.12432E-02	-.18234E-01
7	-.60536E-08	-.21294E-01
8	-.41910E-08	-.22494E-01
9	-.79237E-03	-.16473E-01
10	-.12432E-02	-.18234E-01
11	.10590E-02	-.61767E-02
12	-.22709E-02	-.96998E-02
13	.00000E+00	.00000E+00
14	-.25499E-02	-.10463E-02

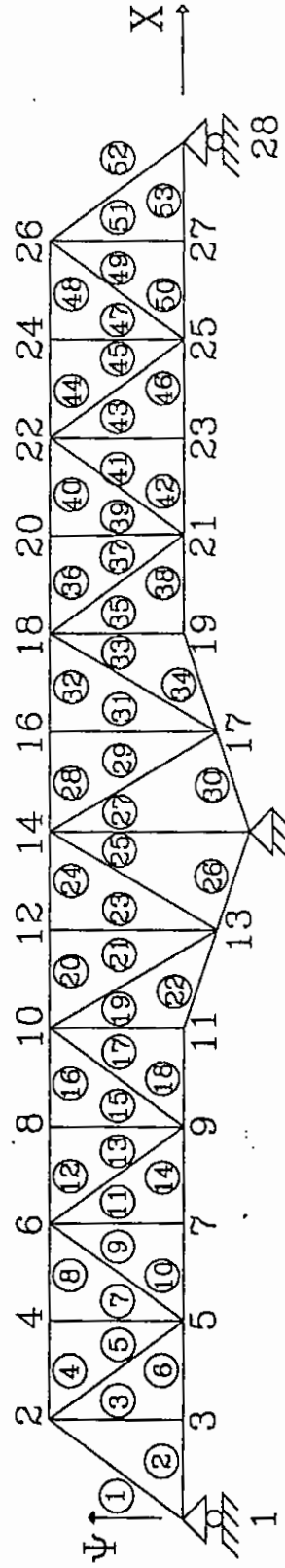
MEMBER	AXIAL FORCE	AXIAL STRESS
1	-.10463E+04	-.41850E+04
2	-.58719E+04	-.23488E+05
3	-.44039E+04	-.17616E+05
4	-.40000E+04	-.16000E+05
5	-.44039E+04	-.17616E+05
6	-.58719E+04	-.23488E+05
7	-.10463E+04	-.41850E+04
8	-.69750E+03	-.27900E+04
9	-.25694E+04	-.10278E+05
10	-.31079E+04	-.12432E+05
11	-.31079E+04	-.12432E+05
12	-.25694E+04	-.10278E+05
13	-.69751E+03	-.27900E+04
14	-.12663E+05	-.36179E+05
15	-.92308E+04	-.26374E+05
16	-.65808E+04	-.18802E+05
17	-.65808E+04	-.18802E+05
18	-.92308E+04	-.26374E+05
19	-.12663E+05	-.36179E+05
20	.12574E+04	.12574E+05
21	.26472E+04	.26472E+05
22	.67318E+03	.67318E+04
23	.67318E+03	.67318E+04
24	.26472E+04	.26472E+05
25	.12574E+04	.12574E+05

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX6.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX6  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 7ο



α) Δικτυωμα και φορτιση



β) Υπολογιστικο μοντελο

Το σχήμα παριστάνει μια υπερστατική δικτυωτή γέφυρα.

Οι διατομές των επιμέρους ράβδων του επιπέδου δικτυώματος είναι για το άνω και κάτω πέλμα  $A = 0,008 \text{ m}^2$ , για τους ορθοστάτες  $A = 0,003 \text{ m}^2$  και για τα διαγώνια μέλη  $A = 0,01 \text{ m}^2$ . Για το υλικό του δικτυώματος το μέτρο ελαστικότητας  $E = 2 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$ .

Ζητείται η επίλυση του δικτυώματος για την περίπτωση φόρτισης που απεικονίζεται στο σχήμα:

Συγκεντρωμένα κατακόρυφα φορτία  $P_1 = P_3 = P_6 = 240 \text{ KN}$  στους κόμβους 3,11 και 13 αντίστοιχα, συγκεντρωμένα κατακόρυφα φορτία  $P_2 = P_4 = 250 \text{ KN}$  στους κόμβους 5 και 9 αντίστοιχα και συγκεντρωμένο κατακόρυφο φορτίο  $P_3 = 470 \text{ KN}$  στον κόμβο 7.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX7 και EX7.OUT.



\*\*\* EXAMPLE 7 \*\*\*

28	53	2.1E8			
1		.000	.000	1	0
2		3.000	4.000	1	1
3		3.000	.000	1	1
4		6.000	4.000	1	1
5		6.000	.000	1	1
6		9.000	4.000	1	1
7		9.000	.000	1	1
8		12.000	4.000	1	1
9		12.000	.000	1	1
10		15.000	4.000	1	1
11		15.000	.000	1	1
12		18.000	4.000	1	1
13		18.000	-1.000	1	1
14		21.000	4.000	1	1
15		21.000	-2.000	0	0
16		24.000	4.000	1	1
17		24.000	-1.000	1	1
18		27.000	4.000	1	1
19		27.000	.000	1	1
20		30.000	4.000	1	1
21		30.000	.000	1	1
22		33.000	4.000	1	1
23		33.000	.000	1	1
24		36.000	4.000	1	1
25		36.000	.000	1	1
26		39.000	4.000	1	1
27		39.000	.000	1	1
28		42.000	.000	1	0

1	1	2	1E-2
2	1	3	8E-3
3	2	3	3E-3
4	2	4	8E-3
5	2	5	1E-2
6	3	5	8E-3
7	4	5	3E-3
8	4	6	8E-3
9	5	6	1E-2
10	5	7	8E-3
11	6	7	3E-3
12	6	8	8E-3
13	6	9	1E-2
14	7	9	8E-3
15	8	9	3E-3
16	8	10	8E-3
17	9	10	1E-2
18	9	11	8E-3
19	10	11	3E-3
20	10	12	8E-3
21	10	13	1E-2
22	11	13	8E-3
23	12	13	3E-3
24	12	14	8E-3
25	13	14	1E-2
26	13	15	8E-3
27	14	15	3E-3
28	14	16	8E-3
29	14	17	1E-2
30	15	17	8E-3
31	16	17	3E-3
32	16	18	8E-3
33	17	18	1E-2

34	17	19	8E-3
35	18	19	3E-3
36	18	20	8E-3
37	18	21	1E-2
38	19	21	8E-3
39	20	21	3E-3
40	20	22	8E-3
41	21	22	1E-2
42	21	23	8E-3
43	22	23	3E-3
44	22	24	8E-3
45	22	25	1E-2
46	23	25	8E-3
47	24	25	3E-3
48	24	26	8E-3
49	25	26	1E-2
50	25	27	8E-3
51	26	27	3E-3
52	26	28	1E-2
53	27	28	8E-3
1			
1	6		
3		.000	-240.000
5		.000	-350.000
7		.000	-470.000
9		.000	-350.000
11		.000	-240.000
13		.000	-240.000

-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS  
 -----

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE-EX7  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 7 \*\*\*  
 -----

ELASTIC MODULUS = .2100E+09

JOINT AND MEMBER DATA ( 28 JOINTS 53 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

1	.000	.000	1	0
2	3.000	4.000	1	1
3	3.000	.000	1	1
4	6.000	4.000	1	1
5	6.000	.000	1	1
6	9.000	4.000	1	1
7	9.000	.000	1	1
8	12.000	4.000	1	1
9	12.000	.000	1	1
10	15.000	4.000	1	1
11	15.000	.000	1	1
12	18.000	4.000	1	1
13	18.000	-1.000	1	1
14	21.000	4.000	1	1
15	21.000	-2.000	0	0
16	24.000	4.000	1	1
17	24.000	-1.000	1	1
18	27.000	4.000	1	1
19	27.000	.000	1	1
20	30.000	4.000	1	1
21	30.000	.000	1	1
22	33.000	4.000	1	1
23	33.000	.000	1	1
24	36.000	4.000	1	1
25	36.000	.000	1	1
26	39.000	4.000	1	1
27	39.000	.000	1	1
28	42.000	.000	1	0

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.10000E-01	.50000E+01
2	1 TO 3	.80000E-02	.30000E+01
3	2 TO 3	.30000E-02	.40000E+01
4	2 TO 4	.80000E-02	.30000E+01
5	2 TO 5	.10000E-01	.50000E+01
6	3 TO 5	.80000E-02	.30000E+01
7	4 TO 5	.30000E-02	.40000E+01
8	4 TO 6	.80000E-02	.30000E+01
9	5 TO 6	.10000E-01	.50000E+01
10	5 TO 7	.80000E-02	.30000E+01
11	6 TO 7	.30000E-02	.40000E+01
12	6 TO 8	.80000E-02	.30000E+01
13	6 TO 9	.10000E-01	.50000E+01
14	7 TO 9	.80000E-02	.30000E+01
15	8 TO 9	.30000E-02	.40000E+01

16	8	TO	10	.80000E-02	.30000E+01
17	9	TO	10	.10000E-01	.50000E+01
18	9	TO	11	.80000E-02	.30000E+01
19	10	TO	11	.30000E-02	.40000E+01
20	10	TO	12	.80000E-02	.30000E+01
21	10	TO	13	.10000E-01	.58310E+01
22	11	TO	13	.80000E-02	.31623E+01
23	12	TO	13	.30000E-02	.50000E+01
24	12	TO	14	.80000E-02	.30000E+01
25	13	TO	14	.10000E-01	.58310E+01
26	13	TO	15	.80000E-02	.31623E+01
27	14	TO	15	.30000E-02	.60000E+01
28	14	TO	16	.80000E-02	.30000E+01
29	14	TO	17	.10000E-01	.58310E+01
30	15	TO	17	.80000E-02	.31623E+01
31	16	TO	17	.30000E-02	.50000E+01
32	16	TO	18	.80000E-02	.30000E+01
33	17	TO	18	.10000E-01	.58310E+01
34	17	TO	19	.80000E-02	.31623E+01
35	18	TO	19	.30000E-02	.40000E+01
36	18	TO	20	.80000E-02	.30000E+01
37	18	TO	21	.10000E-01	.50000E+01
38	19	TO	21	.80000E-02	.30000E+01
39	20	TO	21	.30000E-02	.40000E+01
40	20	TO	22	.80000E-02	.30000E+01
41	21	TO	22	.10000E-01	.50000E+01
42	21	TO	23	.80000E-02	.30000E+01
43	22	TO	23	.30000E-02	.40000E+01
44	22	TO	24	.80000E-02	.30000E+01
45	22	TO	25	.10000E-01	.50000E+01
46	23	TO	25	.80000E-02	.30000E+01
47	24	TO	25	.30000E-02	.40000E+01
48	24	TO	26	.80000E-02	.30000E+01
49	25	TO	26	.10000E-01	.50000E+01
50	25	TO	27	.80000E-02	.30000E+01
51	26	TO	27	.30000E-02	.40000E+01
52	26	TO	28	.10000E-01	.50000E+01
53	27	TO	28	.80000E-02	.30000E+01

-----  
THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 6 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
1	3	.00000E+00	-.24000E+03
1	5	.00000E+00	-.35000E+03
1	7	.00000E+00	-.47000E+03
1	9	.00000E+00	-.35000E+03
1	11	.00000E+00	-.24000E+03
1	13	.00000E+00	-.24000E+03

-----  
\*\*\* EXAMPLE 7 \*\*\*

-----  
DEGREE OF FREEDOM = 52  
WIDTH OF THE BAND = 8  
TERMS IN K-MATRIX = 416  
NO. OF LOAD CASES = 1

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	1	-.15784E-01	.00000E+00
2	1	-.38906E-02	-.11888E-01
3	1	-.14716E-01	-.13412E-01
4	1	-.57062E-02	-.21281E-01
5	1	-.13647E-01	-.21281E-01

6	1	-.75218E-02	-.26648E-01
7	1	-.11553E-01	-.29633E-01
8	1	-.92645E-02	-.27126E-01
9	1	-.94595E-02	-.27126E-01
10	1	-.11007E-01	-.23688E-01
11	1	-.85367E-02	-.26306E-01
12	1	-.10833E-01	-.15534E-01
13	1	-.38654E-02	-.15534E-01
14	1	-.10658E-01	-.81246E-02
15	1	.00000E+00	.00000E+00
16	1	-.95049E-02	-.20039E-02
17	1	-.64473E-03	-.20039E-02
18	1	-.83521E-02	.27898E-02
19	1	-.41235E-02	.42130E-02
20	1	-.73914E-02	.43934E-02
21	1	-.53244E-02	.43934E-02
22	1	-.64307E-02	.45559E-02
23	1	-.60449E-02	.45559E-02
24	1	-.59503E-02	.36377E-02
25	1	-.67654E-02	.36377E-02
26	1	-.54700E-02	.19990E-02
27	1	-.70056E-02	.19990E-02
28	1	-.72458E-02	.00000E+00

MEMBER	LOAD-SET	BAR-TENSION	AXIAL-STRESS	MEMBER-ENDS
1	1	-.99727E+03	-.99727E+05	1 2
2	1	.59836E+03	.74795E+05	1 3
3	1	.24000E+03	.80000E+05	2 3
4	1	-.10167E+04	-.12709E+06	2 4
5	1	.69727E+03	.69727E+05	2 5
6	1	.59836E+03	.74795E+05	3 5
7	1	-.11121E-03	-.37069E-01	4 5
8	1	-.10167E+04	-.12709E+06	4 6
9	1	-.25977E+03	-.25977E+05	5 6
10	1	.11726E+04	.14657E+06	5 7
11	1	.47000E+03	.15667E+06	6 7
12	1	-.97594E+03	-.12199E+06	6 8
13	1	-.32773E+03	-.32773E+05	6 9
14	1	.11726E+04	.14657E+06	7 9
15	1	.38877E-04	.12959E-01	8 9
16	1	-.97594E+03	-.12199E+06	8 10
17	1	.76523E+03	.76523E+05	9 10
18	1	.51680E+03	.64600E+05	9 11
19	1	.41227E+03	.13742E+06	10 11
20	1	.97872E+02	.12234E+05	10 12
21	1	-.11947E+04	-.11947E+06	10 13
22	1	.54476E+03	.68094E+05	11 13
23	1	.44033E-04	.14678E-01	12 13
24	1	.97872E+02	.12234E+05	12 14
25	1	.10297E+04	.10297E+06	13 14
26	1	-.66161E+03	-.82701E+05	13 15
27	1	-.85308E+03	-.28436E+06	14 15
28	1	.64559E+03	.80698E+05	14 16
29	1	-.34856E+02	-.34856E+04	14 17
30	1	-.66161E+03	-.82701E+05	15 17
31	1	.15311E-05	.51036E-03	16 17
32	1	.64559E+03	.80698E+05	16 18
33	1	.52283E+02	.52283E+04	17 18
34	1	-.70886E+03	-.88608E+05	17 19
35	1	-.22416E+03	-.74721E+05	18 19
36	1	.53799E+03	.67249E+05	18 20
37	1	.22416E+03	.22416E+05	18 21
38	1	-.67249E+03	-.84061E+05	19 21

39	1	-.10768E-04	-.35893E-02	20	21
40	1	.53799E+03	.67249E+05	20	22
41	1	-.22416E+03	-.22416E+05	21	22
42	1	-.40349E+03	-.50436E+05	21	23
43	1	-.18384E-04	-.61281E-02	22	23
44	1	.26899E+03	.33624E+05	22	24
45	1	.22416E+03	.22416E+05	22	25
46	1	-.40349E+03	-.50437E+05	23	25
47	1	-.55954E-05	-.18651E-02	24	25
48	1	.26899E+03	.33624E+05	24	26
49	1	-.22416E+03	-.22416E+05	25	26
50	1	-.13450E+03	-.16812E+05	25	27
51	1	.10127E-04	.33757E-02	26	27
52	1	.22416E+03	.22416E+05	26	28
53	1	-.13450E+03	-.16812E+05	27	28

-----

JOINT	LOAD-SET	HORIZ-FORCE	VERT-FORCE
-------	----------	-------------	------------

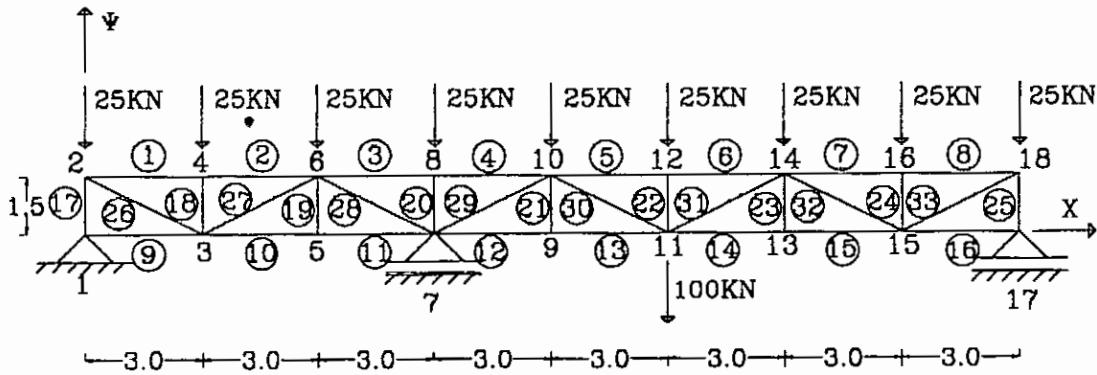
1	1	.24414E-03	.79782E+03
2	1	-.21362E-03	-.79346E-03
3	1	.36621E-03	-.24000E+03
4	1	.42725E-03	-.11121E-03
5	1	-.97656E-03	-.35000E+03
6	1	.88501E-03	.45776E-03
7	1	.61035E-03	-.47000E+03
8	1	-.54932E-03	.38877E-04
9	1	.14648E-02	-.35000E+03
10	1	-.85449E-03	-.10986E-02
11	1	-.30518E-03	-.24000E+03
12	1	-.21362E-03	.44033E-04
13	1	.91553E-03	-.24000E+03
14	1	.86975E-03	-.47493E-03
15	1	-.15259E-02	.12715E+04
16	1	-.54932E-03	.15311E-05
17	1	-.61035E-04	.18311E-03
18	1	.10529E-02	-.30518E-04
19	1	-.36621E-03	-.61035E-04
20	1	-.18311E-03	-.10768E-04
21	1	.61035E-04	.15259E-04
22	1	-.82397E-03	.24414E-03
23	1	.33569E-03	.18384E-04
24	1	.39673E-03	-.55954E-05
25	1	-.30518E-04	-.15259E-03
26	1	-.33569E-03	-.30518E-04
27	1	-.32043E-03	-.10127E-04
28	1	-.76294E-04	-.17933E+03

-----

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX7.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX7  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

-----

## Παράδειγμα 8ο



Στο σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο δικτύωμα με τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηρίξεώς του. Για το υλικό του δικτύωματος λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας  $E = 21 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$ . Τα μέλη του άνω πέλματος έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 61,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ . Τα μέλη του κάτω πέλματος έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 40,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ . Οι ορθοστάτες έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 9,35 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ . Τα διαγώνια μέλη έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 15,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ .

Ζητείται η επίλυση του δικτύωματος για τις παρακάτω περιπτώσεις φόρτισης:

- Φόρτιση του άνω πέλματος όπως στο σχήμα, δηλαδή με συγκεντρωμένα κατακόρυφα φορτία 25 kN έκαστον.
- Ανάρτηση φορτίου 100 kN από τον κόμβο 11 του κάτω πέλματος.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX8 και EX8.OUT.

\*\*\* EXAMPLE 8 \*\*\*

18	33	21E7		
1	.000	.000	0	0
2	.000	1.500	1	1
3	3.000	.000	1	1
4	3.000	1.500	1	1
5	6.000	.000	1	1
6	6.000	1.500	1	1
7	9.000	.000	1	0
8	9.000	1.500	1	1
9	12.000	.000	1	1
10	12.000	1.500	1	1
11	15.000	.000	1	1
12	15.000	1.500	1	1
13	18.000	.000	1	1
14	18.000	1.500	1	1
15	21.000	.000	1	1
16	21.000	1.500	1	1
17	24.000	.000	1	0
18	24.000	1.500	1	1

1	2	4	61.9E-4
2	4	6	61.9E-4
3	6	8	61.9E-4
4	8	10	61.9E-4
5	10	12	61.9E-4
6	12	14	61.9E-4
7	14	16	61.9E-4
8	16	18	61.9E-4
9	1	3	40.3E-4
10	3	5	40.3E-4
11	5	7	40.3E-4
12	7	9	40.3E-4
13	9	11	40.3E-4
14	11	13	40.3E-4
15	13	15	40.3E-4
16	15	17	40.3E-4
17	1	2	9.35E-4
18	3	4	9.35E-4
19	5	6	9.35E-4
20	7	8	9.35E-4
21	9	10	9.35E-4
22	11	12	9.35E-4
23	13	14	9.35E-4
24	15	16	9.35E-4
25	17	18	9.35E-4
26	2	3	15.5E-4
27	3	6	15.5E-4
28	6	7	15.5E-4
29	7	10	15.5E-4
30	10	11	15.5E-4
31	11	14	15.5E-4
32	14	15	15.5E-4
33	15	18	15.5E-4

2			
1	9		
2	.000	-25.00	
4	.000	-25.00	
6	.000	-25.00	
8	.000	-25.00	
10	.000	-25.00	
12	.000	-25.00	
14	.000	-25.00	
16	.000	-25.00	
18	.000	-25.00	



2 1  
11 .000 -100.00

-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE-EX8

\*\*\* EXAMPLE 8 \*\*\*

ELASTIC MODULUS = .2100E+09

JOINT AND MEMBER DATA ( 18 JOINTS 33 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

1	.000	.000	0	0
2	.000	1.500	1	1
3	3.000	.000	1	1
4	3.000	1.500	1	1
5	6.000	.000	1	1
6	6.000	1.500	1	1
7	9.000	.000	1	0
8	9.000	1.500	1	1
9	12.000	.000	1	1
10	12.000	1.500	1	1
11	15.000	.000	1	1
12	15.000	1.500	1	1
13	18.000	.000	1	1
14	18.000	1.500	1	1
15	21.000	.000	1	1
16	21.000	1.500	1	1
17	24.000	.000	1	0
18	24.000	1.500	1	1

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	LENGTH
1	2 TO 4	.61900E-02	.30000E+01
2	4 TO 6	.61900E-02	.30000E+01
3	6 TO 8	.61900E-02	.30000E+01
4	8 TO 10	.61900E-02	.30000E+01
5	10 TO 12	.61900E-02	.30000E+01
6	12 TO 14	.61900E-02	.30000E+01
7	14 TO 16	.61900E-02	.30000E+01
8	16 TO 18	.61900E-02	.30000E+01
9	1 TO 3	.40300E-02	.30000E+01
10	3 TO 5	.40300E-02	.30000E+01
11	5 TO 7	.40300E-02	.30000E+01
12	7 TO 9	.40300E-02	.30000E+01
13	9 TO 11	.40300E-02	.30000E+01
14	11 TO 13	.40300E-02	.30000E+01
15	13 TO 15	.40300E-02	.30000E+01
16	15 TO 17	.40300E-02	.30000E+01
17	1 TO 2	.93500E-03	.15000E+01
18	3 TO 4	.93500E-03	.15000E+01
19	5 TO 6	.93500E-03	.15000E+01
20	7 TO 8	.93500E-03	.15000E+01
21	9 TO 10	.93500E-03	.15000E+01
22	11 TO 12	.93500E-03	.15000E+01
23	13 TO 14	.93500E-03	.15000E+01
24	15 TO 16	.93500E-03	.15000E+01
25	17 TO 18	.93500E-03	.15000E+01

26	2	TO	3	.15500E-02	.33541E+01
27	3	TO	6	.15500E-02	.33541E+01
28	6	TO	7	.15500E-02	.33541E+01
29	7	TO	10	.15500E-02	.33541E+01
30	10	TO	11	.15500E-02	.33541E+01
31	11	TO	14	.15500E-02	.33541E+01
32	14	TO	15	.15500E-02	.33541E+01
33	15	TO	18	.15500E-02	.33541E+01

-----  
THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 9 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
1	2	.00000E+00	-.25000E+02
1	4	.00000E+00	-.25000E+02
1	6	.00000E+00	-.25000E+02
1	8	.00000E+00	-.25000E+02
1	10	.00000E+00	-.25000E+02
1	12	.00000E+00	-.25000E+02
1	14	.00000E+00	-.25000E+02
1	16	.00000E+00	-.25000E+02
1	18	.00000E+00	-.25000E+02

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
2	11	.00000E+00	-.10000E+03

-----  
\*\*\* EXAMPLE 8 \*\*\*

-----  
DEGREE OF FREEDOM = 32  
WIDTH OF THE BAND = 8  
TERMS IN K-MATRIX = 256  
NO. OF LOAD CASES = 2

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.36885E-03	-.27467E-03
3	1	.68969E-09	-.15768E-02
4	1	.31829E-03	-.17678E-02
5	1	-.21907E-04	-.13886E-02
6	1	.26772E-03	-.13886E-02
7	1	-.43815E-04	.00000E+00
8	1	.46221E-03	-.19099E-03
9	1	.71690E-04	-.44113E-02
10	1	.65670E-03	-.44113E-02
11	1	.18719E-03	-.70726E-02
12	1	.42721E-03	-.72636E-02
13	1	.59943E-03	-.75278E-02
14	1	.19771E-03	-.75278E-02
15	1	.10117E-02	-.50460E-02
16	1	.58239E-05	-.52370E-02
17	1	.10117E-02	.00000E+00
18	1	-.18607E-03	-.50858E-03
1	2	.00000E+00	.00000E+00
2	2	.15792E-03	.10557E-03
3	2	.32726E-09	.50175E-03
4	2	.22171E-03	.50175E-03
5	2	-.19595E-03	.64278E-03
6	2	.28549E-03	.64278E-03
7	2	-.39190E-03	.00000E+00
8	2	.47686E-03	.00000E+00
9	2	-.20166E-03	-.56388E-02

10	2	.66822E-03	-.56388E-02
11	2	-.11423E-04	-.10517E-01
12	2	.22914E-03	-.10517E-01
13	2	.43818E-03	-.84860E-02
14	2	-.20993E-03	-.84860E-02
15	2	.88779E-03	-.46568E-02
16	2	-.35629E-03	-.46568E-02
17	2	.88779E-03	.00000E+00
18	2	-.50265E-03	-.24224E-03

-----

MEMBER	LOAD-SET	BAR-TENSION	AXIAL-STRESS	MEMBER-ENDS
--------	----------	-------------	--------------	-------------

1	1	-.21910E+02	-.35395E+04	2	4
2	1	-.21910E+02	-.35395E+04	4	6
3	1	.84271E+02	.13614E+05	6	8
4	1	.84271E+02	.13614E+05	8	10
5	1	-.99438E+02	-.16064E+05	10	12
6	1	-.99438E+02	-.16064E+05	12	14
7	1	-.83146E+02	-.13432E+05	14	16
8	1	-.83146E+02	-.13432E+05	16	18
9	1	.19456E-03	.48278E-01	1	3
10	1	-.61803E+01	-.15336E+04	3	5
11	1	-.61803E+01	-.15336E+04	5	7
12	1	.32584E+02	.80854E+04	7	9
13	1	.32584E+02	.80854E+04	9	11
14	1	.11629E+03	.28857E+05	11	13
15	1	.11629E+03	.28857E+05	13	15
16	1	.14621E-04	.36280E-02	15	17
17	1	-.35955E+02	-.38454E+05	1	2
18	1	-.25000E+02	-.26738E+05	3	4
19	1	.54477E-06	.58264E-03	5	6
20	1	-.25000E+02	-.26738E+05	7	8
21	1	-.13414E-04	-.14346E-01	9	10
22	1	-.25000E+02	-.26738E+05	11	12
23	1	-.14491E-04	-.15499E-01	13	14
24	1	-.25000E+02	-.26738E+05	15	16
25	1	-.66573E+02	-.71201E+05	17	18
26	1	.24496E+02	.15804E+05	2	3
27	1	.31406E+02	.20262E+05	3	6
28	1	-.87308E+02	-.56328E+05	6	7
29	1	-.13065E+03	-.84289E+05	7	10
30	1	.74746E+02	.48223E+05	10	11
31	1	-.18844E+02	-.12157E+05	11	14
32	1	-.37059E+02	-.23909E+05	14	15
33	1	.92961E+02	.59975E+05	15	18

1	2	.27639E+02	.44651E+04	2	4
2	2	.27639E+02	.44651E+04	4	6
3	2	.82917E+02	.13395E+05	6	8
4	2	.82917E+02	.13395E+05	8	10
5	2	-.19025E+03	-.30735E+05	10	12
6	2	-.19025E+03	-.30735E+05	12	14
7	2	-.63417E+02	-.10245E+05	14	16
8	2	-.63417E+02	-.10245E+05	16	18
9	2	.92321E-04	.22908E-01	1	3
10	2	-.55278E+02	-.13717E+05	3	5
11	2	-.55278E+02	-.13717E+05	5	7
12	2	.53667E+02	.13317E+05	7	9
13	2	.53667E+02	.13317E+05	9	11
14	2	.12683E+03	.31473E+05	11	13
15	2	.12683E+03	.31473E+05	13	15
16	2	-.26022E-04	-.64570E-02	15	17
17	2	.13820E+02	.14780E+05	1	2
18	2	-.14154E-05	-.15138E-02	3	4

19	2	-.34086E-05	-.36456E-02	5	6
20	2	.00000E+00	.00000E+00	7	8
21	2	-.17948E-04	-.19196E-01	9	10
22	2	-.17831E-03	-.19071E+00	11	12
23	2	.44699E-04	.47806E-01	13	14
24	2	-.28962E-04	-.30976E-01	15	16
25	2	-.31709E+02	-.33913E+05	17	18
26	2	-.30901E+02	-.19936E+05	2	3
27	2	.30901E+02	.19936E+05	3	6
28	2	-.30901E+02	-.19936E+05	6	7
29	2	-.15271E+03	-.98520E+05	7	10
30	2	.15271E+03	.98520E+05	10	11
31	2	.70902E+02	.45743E+05	11	14
32	2	-.70902E+02	-.45743E+05	14	15
33	2	.70903E+02	.45744E+05	15	18

-----

JOINT	LOAD-SET	HORIZ-FORCE	VERT-FORCE
-------	----------	-------------	------------

1	1	-.19456E-03	.35955E+02
2	1	-.95367E-05	-.25000E+02
3	1	.19073E-05	-.22888E-04
4	1	.95367E-05	-.25000E+02
5	1	.95367E-06	-.54477E-06
6	1	.15259E-04	-.25000E+02
7	1	.76294E-05	.12247E+03
8	1	.38147E-04	-.25000E+02
9	1	-.38147E-05	.13414E-04
10	1	.76294E-05	-.25000E+02
11	1	.36240E-04	-.12493E-03
12	1	.76294E-05	-.25000E+02
13	1	.76294E-05	.14491E-04
14	1	.15259E-04	-.25000E+02
15	1	.22888E-04	-.12589E-03
16	1	-.15259E-04	-.25000E+02
17	1	.14621E-04	.66573E+02
18	1	.30518E-04	-.25000E+02

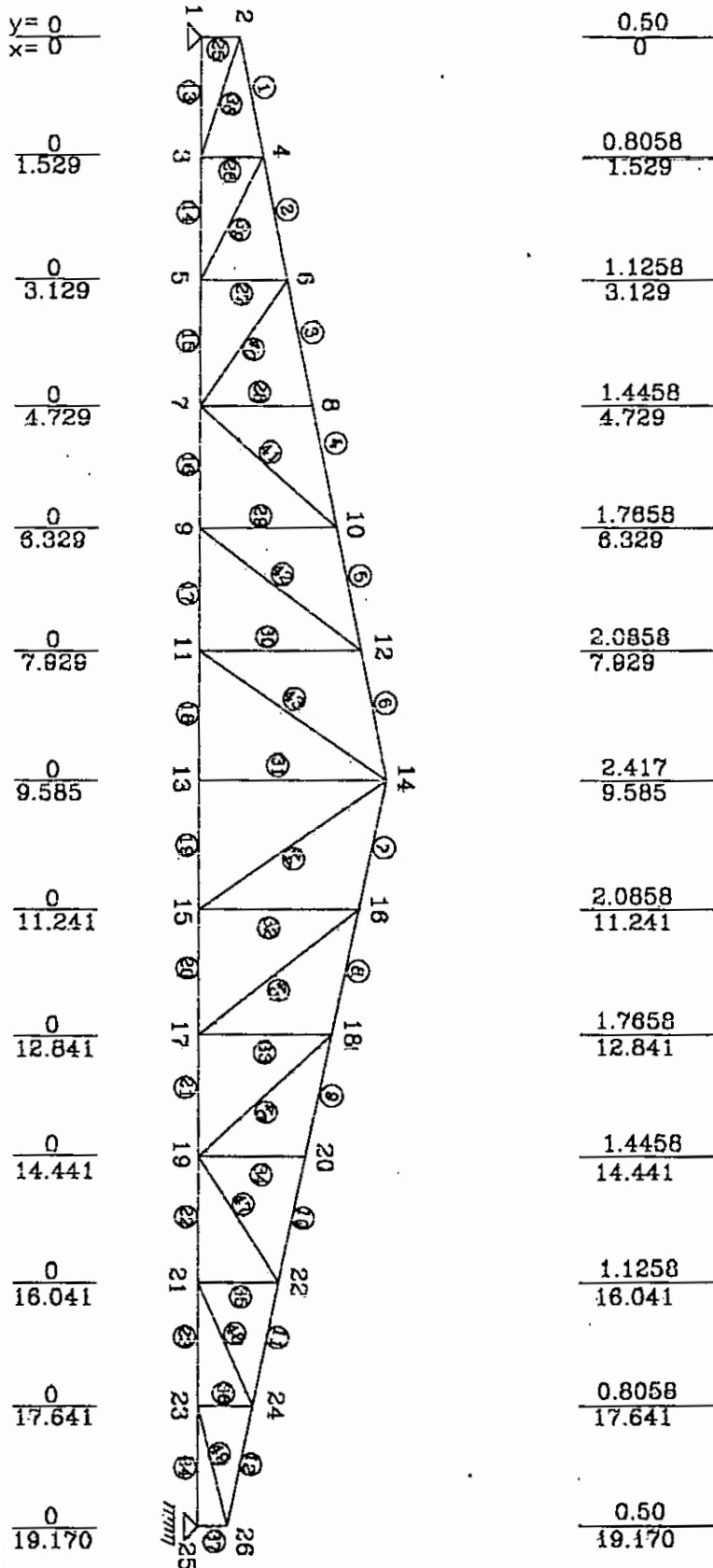
1	2	-.92321E-04	-.13820E+02
2	2	.00000E+00	.19073E-05
3	2	-.57220E-05	.57220E-05
4	2	-.11444E-04	-.14154E-05
5	2	-.11444E-04	.34086E-05
6	2	.34332E-04	.13351E-04
7	2	-.15259E-04	.82112E+02
8	2	.76294E-05	.00000E+00
9	2	-.11444E-04	.17948E-04
10	2	.76294E-04	-.53406E-04
11	2	.00000E+00	-.10000E+03
12	2	.15259E-04	-.17831E-03
13	2	.76294E-05	-.44699E-04
14	2	-.45776E-04	-.17738E-03
15	2	.87738E-04	-.61035E-04
16	2	-.26703E-04	-.28962E-04
17	2	-.26022E-04	.31709E+02
18	2	.26703E-04	.95367E-05

-----

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX8.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX8  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

-----

Παράδειγμα 9ο



Δίδεται το ζευκτό στέγης του σχήματος.

Το παρόν ζευκτό στέγης περιγράφεται πλήρως στο ΚΕΦ.10 του βιβλίου του καθηγητού Δ.Ε. Μπέσκου, "Μαθήματα Μεταλλικών Κατασκευών", Μέρος Ι [6], όπου ο ενδιαφερόμενος αναγνώστης μπορεί να βρει πληροφορίες για τις διατομές των μελών, τον τρόπο υπολογισμού των φορτίων κ.λ.π.

Στο παρόν παράδειγμα οι χρησιμοποιούμενες βασικές μονάδες μέτρησης είναι το  $Kr$  και το  $m$ .

Γίνεται αρχικά η επίλυση του δικτυώματος για τις παρακάτω περιπτώσεις φόρτισης :

- α) Καθολική φόρτιση από το ίδιο βάρος (νεκρά φορτία).
- β) Μονόπλευρη φόρτιση χιονιού αριστερά.
- γ) Μονόπλευρη φόρτιση χιονιού δεξιά.
- δ) Φόρτιση λόγω ανέμου από το σταθερό εφέδρανο, δηλαδή από αριστερά.
- ε) Φόρτιση λόγω ανέμου από το κινητό εφέδρανο, δηλαδή από δεξιά.

Οι περιπτώσεις φόρτισης β, γ, δ και ε είναι βοηθητικές με σκοπό να χρησιμοποιηθούν για συνδυασμούς φορτίσεων.

Στην ίδια εκτέλεση του προγράμματος H/Y με τη δυνατότητα του για συνδυασμούς φορτίσεων, το παρόν παράδειγμα επιλύθηκε για τους παρακάτω συνδυασμούς :

1. Φόρτιση από το ίδιο βάρος και μονόπλευρη φόρτιση χιονιού αριστερά.
2. Φόρτιση από το ίδιο βάρος και μονόπλευρη φόρτιση χιονιού δεξιά.
3. Φόρτιση από το ίδιο βάρος και καθολική φόρτιση χιονιού (δεξιά και αριστερά).
4. Φόρτιση από το ίδιο βάρος και φόρτιση λόγω ανέμου από αριστερά.
5. Φόρτιση από το ίδιο βάρος και φόρτιση λόγω ανέμου από δεξιά.
6. Φόρτιση από το ίδιο βάρος, μονόπλευρη φόρτιση χιονιού αριστερά και φόρτιση λόγω ανέμου από αριστερά.
7. Φόρτιση από το ίδιο βάρος, μονόπλευρη φόρτιση χιονιού δεξιά και φόρτιση λόγω ανέμου από δεξιά.
8. Φόρτιση από το ίδιο βάρος, καθολική φόρτιση χιονιού και φόρτιση λόγω ανέμου από αριστερά.
9. Φόρτιση από το ίδιο βάρος, καθολική φόρτιση χιονιού και φόρτιση λόγω ανέμου από δεξιά.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX9 και EX9.OUT.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν στο αρχείο EX9.OUT συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα που υπάρχουν στο ΚΕΦ.10 του βιβλίου του καθηγητού Δ.Ε. Μπέσκου [6]. Στο [6] η επίλυση είχε γίνει από τη Δρ. Δ.Π.Ν. Κοντονή, με δύο τρόπους :

- α) Γραφικά με τη μέθοδο των διαγραμμάτων Cremona, και
- β) Με τη χρήση του προγράμματος H/Y STRESS [7].

Τα αποτελέσματα του EX9.OUT και του [6] ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.



\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

26	49	21E9			
1		.000	.000	0	0
2		.000	.500	1	1
3		1.529	.000	1	1
4		1.529	.806	1	1
5		3.129	.000	1	1
6		3.129	1.126	1	1
7		4.729	.000	1	1
8		4.729	1.446	1	1
9		6.329	.000	1	1
10		6.329	1.766	1	1
11		7.929	.000	1	1
12		7.929	2.086	1	1
13		9.585	.000	1	1
14		9.585	2.417	1	1
15		11.241	.000	1	1
16		11.241	2.086	1	1
17		12.841	.000	1	1
18		12.841	1.766	1	1
19		14.441	.000	1	1
20		14.441	1.446	1	1
21		16.041	.000	1	1
22		16.041	1.126	1	1
23		17.641	.000	1	1
24		17.641	.806	1	1
25		19.170	.000	1	0
26		19.170	.500	1	1
1	2	4	.001382		
2	4	6	.001382		
3	6	8	.001382		
4	8	10	.001382		
5	10	12	.001382		
6	12	14	.001382		
7	14	16	.001382		
8	16	18	.001382		
9	18	20	.001382		
10	20	22	.001382		
11	22	24	.001382		
12	24	26	.001382		
13	1	3	.00086		
14	3	5	.00086		
15	5	7	.00086		
16	7	9	.00086		
17	9	11	.00086		
18	11	13	.00086		
19	13	15	.00086		
20	15	17	.00086		
21	17	19	.00086		
22	19	21	.00086		
23	21	23	.00086		
24	23	25	.00086		
25	1	2	.00086		
26	3	4	.000534		
27	5	6	.000534		
28	7	8	.000534		
29	9	10	.000534		
30	11	12	.000616		
31	13	14	.000616		
32	15	16	.000616		
33	17	18	.000534		
34	19	20	.000534		
35	21	22	.000534		
36	23	24	.000534		

37	25	26	.00086
38	2	3	.000616
39	4	5	.000534
40	6	7	.000534
41	7	10	.000534
42	9	12	.000616
43	11	14	.000616
44	14	15	.000616
45	16	17	.000616
46	18	19	.000534
47	19	22	.000534
48	21	24	.000534
49	23	26	.000616

5

1 13

2	0	-91.74
4	0	-187.74
6	0	-192.0
8	0	-192.0
10	0	-192.0
12	0	-195.36
14	0	-198.72
16	0	-195.36
18	0	-192.0
20	0	-192.0
22	0	-192.0
24	0	-187.74
26	0	-91.74

2 7

2	.000	-229.350
4	.000	-469.350
6	.000	-480.000
8	.000	-480.000
10	.000	-480.000
12	.000	-488.400
14	.000	-248.400

3 7

14	.000	-248.400
16	.000	-488.400
18	.000	-480.000
20	.000	-480.000
22	.000	-480.000
24	.000	-469.350
26	.000	-229.350

4 14

2	-7.750	38.800
4	-15.650	78.330
6	-15.800	79.060
8	-15.800	79.060
10	-15.800	79.060
12	-16.090	80.510
14	-8.190	40.980
14	19.870	99.470
16	39.040	195.420
18	38.340	191.88
20	38.34	191.88
22	38.34	191.88
24	37.98	190.12
26	18.82	94.18

5 14

2	-18.82	94.18
4	-37.98	190.12
6	-38.34	191.88
8	-38.34	191.88

10	-38.34	191.88
12	-39.04	195.42
14	-19.87	99.47
14	8.19	40.98
16	16.09	80.51
18	15.80	79.06
20	15.80	79.06
22	15.80	79.06
24	15.65	78.33
26	7.75	38.8

-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE-EX9

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

ELASTIC MODULUS = .2100E+11

JOINT AND MEMBER DATA ( 26 JOINTS 49 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

1	.000	.000	0	0
2	.000	.500	1	1
3	1.529	.000	1	1
4	1.529	.806	1	1
5	3.129	.000	1	1
6	3.129	1.126	1	1
7	4.729	.000	1	1
8	4.729	1.446	1	1
9	6.329	.000	1	1
10	6.329	1.766	1	1
11	7.929	.000	1	1
12	7.929	2.086	1	1
13	9.585	.000	1	1
14	9.585	2.417	1	1
15	11.241	.000	1	1
16	11.241	2.086	1	1
17	12.841	.000	1	1
18	12.841	1.766	1	1
19	14.441	.000	1	1
20	14.441	1.446	1	1
21	16.041	.000	1	1
22	16.041	1.126	1	1
23	17.641	.000	1	1
24	17.641	.806	1	1
25	19.170	.000	1	0
26	19.170	.500	1	1

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	LENGTH
1	2 TO 4	.13820E-02	.15593E+01
2	4 TO 6	.13820E-02	.16317E+01
3	6 TO 8	.13820E-02	.16317E+01
4	8 TO 10	.13820E-02	.16317E+01
5	10 TO 12	.13820E-02	.16317E+01
6	12 TO 14	.13820E-02	.16888E+01
7	14 TO 16	.13820E-02	.16888E+01
8	16 TO 18	.13820E-02	.16317E+01
9	18 TO 20	.13820E-02	.16317E+01
10	20 TO 22	.13820E-02	.16317E+01
11	22 TO 24	.13820E-02	.16317E+01
12	24 TO 26	.13820E-02	.15593E+01
13	1 TO 3	.86000E-03	.15290E+01
14	3 TO 5	.86000E-03	.16000E+01
15	5 TO 7	.86000E-03	.16000E+01
16	7 TO 9	.86000E-03	.16000E+01
17	9 TO 11	.86000E-03	.16000E+01

18	11	TO	13	.86000E-03	.16560E+01
19	13	TO	15	.86000E-03	.16560E+01
20	15	TO	17	.86000E-03	.16000E+01
21	17	TO	19	.86000E-03	.16000E+01
22	19	TO	21	.86000E-03	.16000E+01
23	21	TO	23	.86000E-03	.16000E+01
24	23	TO	25	.86000E-03	.15290E+01
25	1	TO	2	.86000E-03	.50000E+00
26	3	TO	4	.53400E-03	.80600E+00
27	5	TO	6	.53400E-03	.11260E+01
28	7	TO	8	.53400E-03	.14460E+01
29	9	TO	10	.53400E-03	.17660E+01
30	11	TO	12	.61600E-03	.20860E+01
31	13	TO	14	.61600E-03	.24170E+01
32	15	TO	16	.61600E-03	.20860E+01
33	17	TO	18	.53400E-03	.17660E+01
34	19	TO	20	.53400E-03	.14460E+01
35	21	TO	22	.53400E-03	.11260E+01
36	23	TO	24	.53400E-03	.80600E+00
37	25	TO	26	.86000E-03	.50000E+00
38	2	TO	3	.61600E-03	.16087E+01
39	4	TO	5	.53400E-03	.17915E+01
40	6	TO	7	.53400E-03	.19565E+01
41	7	TO	10	.53400E-03	.23830E+01
42	9	TO	12	.61600E-03	.26290E+01
43	11	TO	14	.61600E-03	.29299E+01
44	14	TO	15	.61600E-03	.29299E+01
45	16	TO	17	.61600E-03	.26290E+01
46	18	TO	19	.53400E-03	.23830E+01
47	19	TO	22	.53400E-03	.19565E+01
48	21	TO	24	.53400E-03	.17915E+01
49	23	TO	26	.61600E-03	.16087E+01

-----  
THERE ARE 5 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 13 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
1	2	.00000E+00	-.91740E+02
1	4	.00000E+00	-.18774E+03
1	6	.00000E+00	-.19200E+03
1	8	.00000E+00	-.19200E+03
1	10	.00000E+00	-.19200E+03
1	12	.00000E+00	-.19536E+03
1	14	.00000E+00	-.19872E+03
1	16	.00000E+00	-.19536E+03
1	18	.00000E+00	-.19200E+03
1	20	.00000E+00	-.19200E+03
1	22	.00000E+00	-.19200E+03
1	24	.00000E+00	-.18774E+03
1	26	.00000E+00	-.91740E+02

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 7 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
2	2	.00000E+00	-.22935E+03
2	4	.00000E+00	-.46935E+03
2	6	.00000E+00	-.48000E+03
2	8	.00000E+00	-.48000E+03
2	10	.00000E+00	-.48000E+03
2	12	.00000E+00	-.48840E+03
2	14	.00000E+00	-.24840E+03

IN LOAD-SET 3 THERE ARE 7 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
3	14	.00000E+00	-.24840E+03

3	16	.00000E+00	-.48840E+03
3	18	.00000E+00	-.48000E+03
3	20	.00000E+00	-.48000E+03
3	22	.00000E+00	-.48000E+03
3	24	.00000E+00	-.46935E+03
3	26	.00000E+00	-.22935E+03

IN LOAD-SET 4 THERE ARE 14 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
4	2	-.77500E+01	.38800E+02
4	4	-.15650E+02	.78330E+02
4	6	-.15800E+02	.79060E+02
4	8	-.15800E+02	.79060E+02
4	10	-.15800E+02	.79060E+02
4	12	-.16090E+02	.80510E+02
4	14	-.81900E+01	.40980E+02
4	14	.19870E+02	.99470E+02
4	16	.39040E+02	.19542E+03
4	18	.38340E+02	.19188E+03
4	20	.38340E+02	.19188E+03
4	22	.38340E+02	.19188E+03
4	24	.37980E+02	.19012E+03
4	26	.18820E+02	.94180E+02

IN LOAD-SET 5 THERE ARE 14 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
5	2	-.18820E+02	.94180E+02
5	4	-.37980E+02	.19012E+03
5	6	-.38340E+02	.19188E+03
5	8	-.38340E+02	.19188E+03
5	10	-.38340E+02	.19188E+03
5	12	-.39040E+02	.19542E+03
5	14	-.19870E+02	.99470E+02
5	14	.81900E+01	.40980E+02
5	16	.16090E+02	.80510E+02
5	18	.15800E+02	.79060E+02
5	20	.15800E+02	.79060E+02
5	22	.15800E+02	.79060E+02
5	24	.15650E+02	.78330E+02
5	26	.77500E+01	.38800E+02

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

-----  
 DEGREE OF FREEDOM = 49  
 WIDTH OF THE BAND = 8  
 TERMS IN K-MATRIX = 392  
 NO. OF LOAD CASES = 5  
 -----

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.59656E-03	-.31843E-04
3	1	-.15970E-09	-.27013E-02
4	1	.10280E-02	-.27485E-02
5	1	.17789E-03	-.47013E-02
6	1	.12690E-02	-.47350E-02
7	1	.41483E-03	-.60076E-02
8	1	.13628E-02	-.60324E-02
9	1	.65945E-03	-.67893E-02
10	1	.13566E-02	-.68299E-02
11	1	.88657E-03	-.71025E-02
12	1	.12630E-02	-.71691E-02
13	1	.10957E-02	-.71083E-02
14	1	.10957E-02	-.71083E-02

15	1	.13048E-02	-.71025E-02
16	1	.92839E-03	-.71691E-02
17	1	.15319E-02	-.67893E-02
18	1	.83480E-03	-.68299E-02
19	1	.17765E-02	-.60076E-02
20	1	.82861E-03	-.60324E-02
21	1	.20135E-02	-.47012E-02
22	1	.92241E-03	-.47349E-02
23	1	.21914E-02	-.27013E-02
24	1	.11633E-02	-.27485E-02
25	1	.21914E-02	.00000E+00
26	1	.15948E-02	-.31843E-04

1	2	.00000E+00	.00000E+00
2	2	.89550E-03	-.59707E-04
3	2	-.10052E-10	-.43371E-02
4	2	.15644E-02	-.44231E-02
5	2	.32390E-03	-.72963E-02
6	2	.18754E-02	-.73485E-02
7	2	.73929E-03	-.89793E-02
8	2	.19372E-02	-.90412E-02
9	2	.11226E-02	-.96393E-02
10	2	.18067E-02	-.97728E-02
11	2	.14483E-02	-.94883E-02
12	2	.15357E-02	-.96827E-02
13	2	.17097E-02	-.88854E-02
14	2	.11539E-02	-.88854E-02
15	2	.19711E-02	-.82680E-02
16	2	.11175E-02	-.82401E-02
17	2	.22132E-02	-.73340E-02
18	2	.11545E-02	-.73019E-02
19	2	.24414E-02	-.60398E-02
20	2	.12695E-02	-.60398E-02
21	2	.26184E-02	-.44569E-02
22	2	.14422E-02	-.44889E-02
23	2	.27392E-02	-.24162E-02
24	2	.17335E-02	-.24482E-02
25	2	.27392E-02	.00000E+00
26	2	.21433E-02	-.19902E-04

1	3	.00000E+00	.00000E+00
2	3	.59590E-03	-.19902E-04
3	3	-.32091E-09	-.24162E-02
4	3	.10057E-02	-.24482E-02
5	3	.12081E-03	-.44569E-02
6	3	.12970E-02	-.44889E-02
7	3	.29779E-03	-.60398E-02
8	3	.14697E-02	-.60398E-02
9	3	.52603E-03	-.73340E-02
10	3	.15847E-02	-.73020E-02
11	3	.76810E-03	-.82680E-02
12	3	.16217E-02	-.82401E-02
13	3	.10295E-02	-.88854E-02
14	3	.15853E-02	-.88854E-02
15	3	.12909E-02	-.94882E-02
16	3	.12035E-02	-.96826E-02
17	3	.16166E-02	-.96393E-02
18	3	.93248E-03	-.97727E-02
19	3	.19999E-02	-.89792E-02
20	3	.80205E-03	-.90411E-02
21	3	.24153E-02	-.72962E-02
22	3	.86384E-03	-.73484E-02
23	3	.27392E-02	-.43371E-02
24	3	.11748E-02	-.44230E-02

25	3	.27392E-02	.00000E+00
26	3	.18437E-02	-.59706E-04
1	4	.00000E+00	.00000E+00
2	4	-.34719E-03	.17603E-04
3	4	.12178E-04	.15921E-02
4	4	-.60404E-03	.16186E-02
5	4	-.75154E-04	.28313E-02
6	4	-.75936E-03	.28520E-02
7	4	-.19875E-03	.36994E-02
8	4	-.83068E-03	.37101E-02
9	4	-.33566E-03	.42800E-02
10	4	-.84567E-03	.42911E-02
11	4	-.46777E-03	.45969E-02
12	4	-.80853E-03	.46199E-02
13	4	-.59551E-03	.47258E-02
14	4	-.72548E-03	.47258E-02
15	4	-.72326E-03	.48901E-02
16	4	-.55953E-03	.49689E-02
17	4	-.87637E-03	.48350E-02
18	4	-.44941E-03	.48882E-02
19	4	-.10524E-02	.44073E-02
20	4	-.40748E-03	.44330E-02
21	4	-.12383E-02	.35182E-02
22	4	-.45492E-03	.35422E-02
23	4	-.13821E-02	.20599E-02
24	4	-.61778E-03	.20981E-02
25	4	-.13821E-02	.00000E+00
26	4	-.94061E-03	.26407E-04

1	5	.00000E+00	.00000E+00
2	5	-.45191E-03	.25695E-04
3	5	-.98021E-05	.20406E-02
4	5	-.77351E-03	.20776E-02
5	5	-.15958E-03	.34757E-02
6	5	-.93591E-03	.34985E-02
7	5	-.34932E-03	.43434E-02
8	5	-.98421E-03	.43691E-02
9	5	-.52750E-03	.47600E-02
10	5	-.94521E-03	.48144E-02
11	5	-.68221E-03	.48076E-02
12	5	-.83895E-03	.48875E-02
13	5	-.81123E-03	.46399E-02
14	5	-.67803E-03	.46399E-02
15	5	-.94024E-03	.45105E-02
16	5	-.60236E-03	.45349E-02
17	5	-.10741E-02	.41988E-02
18	5	-.57102E-03	.42114E-02
19	5	-.12133E-02	.36283E-02
20	5	-.59056E-03	.36389E-02
21	5	-.13416E-02	.27834E-02
22	5	-.66379E-03	.28026E-02
23	5	-.14361E-02	.15701E-02
24	5	-.81924E-03	.15952E-02
25	5	-.14361E-02	.00000E+00
26	5	-.10751E-02	.16695E-04

MEMBER	LOAD-SET	BAR-TENSION	AXIAL-STRESS	MEMBER-ENDS
1	1	-.20477E+04	-.14817E+07	2 4
2	1	-.27275E+04	-.19736E+07	4 6
3	1	-.28898E+04	-.20910E+07	6 8
4	1	-.28897E+04	-.20910E+07	8 10
5	1	-.28158E+04	-.20375E+07	10 12



6	1	-.26143E+04	-.18917E+07	12	14
7	1	-.26143E+04	-.18917E+07	14	16
8	1	-.28158E+04	-.20375E+07	16	18
9	1	-.28897E+04	-.20910E+07	18	20
10	1	-.28897E+04	-.20910E+07	20	22
11	1	-.27274E+04	-.19735E+07	22	24
12	1	-.20477E+04	-.14817E+07	24	26
13	1	-.18863E-02	-.21934E+01	1	3
14	1	.20079E+04	.23347E+07	3	5
15	1	.26745E+04	.31099E+07	5	7
16	1	.27611E+04	.32106E+07	7	9
17	1	.25636E+04	.29809E+07	9	11
18	1	.22806E+04	.26519E+07	11	13
19	1	.22806E+04	.26519E+07	13	15
20	1	.25636E+04	.29809E+07	15	17
21	1	.27611E+04	.32106E+07	17	19
22	1	.26745E+04	.31098E+07	19	21
23	1	.20079E+04	.23347E+07	21	23
24	1	-.34823E-02	-.40492E+01	23	25
25	1	-.11502E+04	-.13374E+07	1	2
26	1	-.65660E+03	-.12296E+07	3	4
27	1	-.33581E+03	-.62885E+06	5	6
28	1	-.19200E+03	-.35955E+06	7	8
29	1	-.25752E+03	-.48226E+06	9	10
30	1	-.41307E+03	-.67057E+06	11	12
31	1	-.15154E-02	-.24600E+01	13	14
32	1	-.41305E+03	-.67053E+06	15	16
33	1	-.25752E+03	-.48224E+06	17	18
34	1	-.19200E+03	-.35955E+06	19	20
35	1	-.33580E+03	-.62885E+06	21	22
36	1	-.65660E+03	-.12296E+07	23	24
37	1	-.11502E+04	-.13374E+07	25	26
38	1	.21125E+04	.34294E+07	2	3
39	1	.74642E+03	.13978E+07	4	5
40	1	.19459E+03	.36439E+06	6	7
41	1	.10797E+03	.20219E+06	7	10
42	1	.32456E+03	.52688E+06	9	12
43	1	.50072E+03	.81286E+06	11	14
44	1	.50069E+03	.81281E+06	14	15
45	1	.32454E+03	.52685E+06	16	17
46	1	.10796E+03	.20218E+06	18	19
47	1	.19457E+03	.36437E+06	19	22
48	1	.74640E+03	.13978E+07	21	24
49	1	.21125E+04	.34294E+07	23	26
1	2	-.37285E+04	-.26979E+07	2	4
2	2	-.47815E+04	-.34598E+07	4	6
3	2	-.48269E+04	-.34927E+07	6	8
4	2	-.48269E+04	-.34927E+07	8	10
5	2	-.44123E+04	-.31927E+07	10	12
6	2	-.37493E+04	-.27130E+07	12	14
7	2	-.27865E+04	-.20162E+07	14	16
8	2	-.26272E+04	-.19010E+07	16	18
9	2	-.23975E+04	-.17348E+07	18	20
10	2	-.23975E+04	-.17348E+07	20	22
11	2	-.20371E+04	-.14741E+07	22	24
12	2	-.13907E+04	-.10063E+07	24	26
13	2	-.11873E-03	-.13806E+00	1	3
14	2	.36560E+04	.42512E+07	3	5
15	2	.46887E+04	.54519E+07	5	7
16	2	.43266E+04	.50309E+07	7	9
17	2	.36766E+04	.42751E+07	9	11
18	2	.28508E+04	.33148E+07	11	13
19	2	.28507E+04	.33148E+07	13	15

20	2	.27324E+04	.31772E+07	15	17
21	2	.25762E+04	.29956E+07	17	19
22	2	.19976E+04	.23228E+07	19	21
23	2	.13637E+04	.15857E+07	21	23
24	2	-.23261E-02	-.27048E+01	23	25
25	2	-.21566E+04	-.25077E+07	1	2
26	2	-.11956E+04	-.22389E+07	3	4
27	2	-.52018E+03	-.97412E+06	5	6
28	2	-.48000E+03	-.89887E+06	7	8
29	2	-.84741E+03	-.15869E+07	9	10
30	2	-.12054E+04	-.19568E+07	11	12
31	2	-.59684E-03	-.96890E+00	13	14
32	2	.17272E+03	.28040E+06	15	16
33	2	.20361E+03	.38130E+06	17	18
34	2	.45036E-02	.84337E+01	19	20
35	2	-.31934E+03	-.59801E+06	21	22
36	2	-.44593E+03	-.83508E+06	23	24
37	2	-.71885E+03	-.83587E+06	25	26
38	2	.38466E+04	.62444E+07	2	3
39	2	.11562E+04	.21652E+07	4	5
40	2	.54381E+02	.10184E+06	6	7
41	2	.60548E+03	.11339E+07	7	10
42	2	.10680E+04	.17338E+07	9	12
43	2	.14611E+04	.23720E+07	11	14
44	2	-.20938E+03	-.33990E+06	14	15
45	2	-.25662E+03	-.41659E+06	16	17
46	2	-.33556E+03	-.62839E+06	18	19
47	2	.43207E+03	.80913E+06	19	22
48	2	.70980E+03	.13292E+07	21	24
49	2	.14347E+04	.23291E+07	23	26

1	3	-.13907E+04	-.10063E+07	2	4
2	3	-.20372E+04	-.14741E+07	4	6
3	3	-.23975E+04	-.17348E+07	6	8
4	3	-.23975E+04	-.17348E+07	8	10
5	3	-.26273E+04	-.19011E+07	10	12
6	3	-.27865E+04	-.20163E+07	12	14
7	3	-.37493E+04	-.27130E+07	14	16
8	3	-.44122E+04	-.31926E+07	16	18
9	3	-.48268E+04	-.34926E+07	18	20
10	3	-.48268E+04	-.34926E+07	20	22
11	3	-.47815E+04	-.34598E+07	22	24
12	3	-.37285E+04	-.26979E+07	24	26
13	3	-.37905E-02	-.44075E+01	1	3
14	3	.13637E+04	.15857E+07	3	5
15	3	.19976E+04	.23228E+07	5	7
16	3	.25762E+04	.29956E+07	7	9
17	3	.27324E+04	.31772E+07	9	11
18	3	.28507E+04	.33148E+07	11	13
19	3	.28507E+04	.33148E+07	13	15
20	3	.36766E+04	.42751E+07	15	17
21	3	.43265E+04	.50309E+07	17	19
22	3	.46886E+04	.54519E+07	19	21
23	3	.36560E+04	.42512E+07	21	23
24	3	-.20356E-02	-.23669E+01	23	25
25	3	-.71885E+03	-.83587E+06	1	2
26	3	-.44594E+03	-.83510E+06	3	4
27	3	-.31933E+03	-.59800E+06	5	6
28	3	.15886E-03	.29749E+00	7	8
29	3	.20360E+03	.38127E+06	9	10
30	3	.17270E+03	.28035E+06	11	12
31	3	-.17776E-02	-.28857E+01	13	14
32	3	-.12053E+04	-.19567E+07	15	16
33	3	-.84740E+03	-.15869E+07	17	18

34	3	-.48000E+03	-.89887E+06	19	20
35	3	-.52017E+03	-.97410E+06	21	22
36	3	-.11956E+04	-.22389E+07	23	24
37	3	-.21566E+04	-.25077E+07	25	26
38	3	.14347E+04	.23291E+07	2	3
39	3	.70981E+03	.13292E+07	4	5
40	3	.43209E+03	.80915E+06	6	7
41	3	-.33555E+03	-.62837E+06	7	10
42	3	-.25659E+03	-.41655E+06	9	12
43	3	-.20935E+03	-.33985E+06	11	14
44	3	.14611E+04	.23719E+07	14	15
45	3	.10680E+04	.17337E+07	16	17
46	3	.60547E+03	.11338E+07	18	19
47	3	.54357E+02	.10179E+06	19	22
48	3	.11562E+04	.21652E+07	21	24
49	3	.38465E+04	.62444E+07	23	26
1	4	.11599E+04	.83930E+06	2	4
2	4	.15933E+04	.11529E+07	4	6
3	4	.17493E+04	.12658E+07	6	8
4	4	.17654E+04	.12775E+07	8	10
5	4	.17948E+04	.12987E+07	10	12
6	4	.17560E+04	.12707E+07	12	14
7	4	.19775E+04	.14309E+07	14	16
8	4	.22021E+04	.15934E+07	16	18
9	4	.23192E+04	.16781E+07	18	20
10	4	.22801E+04	.16498E+07	20	22
11	4	.21968E+04	.15896E+07	22	24
12	4	.16750E+04	.12120E+07	24	26
13	4	.14384E+03	.16726E+06	1	3
14	4	-.98576E+03	-.11462E+07	3	5
15	4	-.13951E+04	-.16222E+07	5	7
16	4	-.15453E+04	-.17969E+07	7	9
17	4	-.14912E+04	-.17340E+07	9	11
18	4	-.13931E+04	-.16199E+07	11	13
19	4	-.13931E+04	-.16199E+07	13	15
20	4	-.17283E+04	-.20096E+07	15	17
21	4	-.19875E+04	-.23110E+07	17	19
22	4	-.20974E+04	-.24388E+07	19	21
23	4	-.16236E+04	-.18879E+07	21	23
24	4	-.23015E-03	-.26761E+00	23	25
25	4	.63581E+03	.73932E+06	1	2
26	4	.36940E+03	.69175E+06	3	4
27	4	.20621E+03	.38617E+06	5	6
28	4	.82220E+02	.15397E+06	7	8
29	4	.70487E+02	.13200E+06	9	10
30	4	.14319E+03	.23246E+06	11	12
31	4	.41447E-03	.67284E+00	13	14
32	4	.48912E+03	.79402E+06	15	16
33	4	.33799E+03	.63294E+06	17	18
34	4	.19954E+03	.37368E+06	19	20
35	4	.23867E+03	.44695E+06	21	22
36	4	.53093E+03	.99425E+06	23	24
37	4	.95381E+03	.11091E+07	25	26
38	4	-.11885E+04	-.19293E+07	2	3
39	4	-.45836E+03	-.85836E+06	4	5
40	4	-.16778E+03	-.31419E+06	6	7
41	4	.19342E+02	.36222E+05	7	10
42	4	-.88837E+02	-.14422E+06	9	12
43	4	-.17358E+03	-.28178E+06	11	14
44	4	-.59291E+03	-.96251E+06	14	15
45	4	-.42596E+03	-.69149E+06	16	17
46	4	-.22814E+03	-.42723E+06	18	19
47	4	-.52940E+02	-.99139E+05	19	22

48	4	-.53051E+03	-.99347E+06	21	24
49	4	-.17082E+04	-.27730E+07	23	26
1	5	.16253E+04	.11760E+07	2	4
2	5	.21240E+04	.15369E+07	4	6
3	5	.21944E+04	.15878E+07	6	8
4	5	.22335E+04	.16161E+07	8	10
5	5	.21082E+04	.15254E+07	10	12
6	5	.18778E+04	.13588E+07	12	14
7	5	.16290E+04	.11787E+07	14	16
8	5	.16750E+04	.12120E+07	16	18
9	5	.16561E+04	.11983E+07	18	20
10	5	.16400E+04	.11867E+07	20	22
11	5	.15004E+04	.10857E+07	22	24
12	5	.10965E+04	.79340E+06	24	26
13	5	-.11578E+03	-.13463E+06	1	3
14	5	-.16906E+04	-.19658E+07	3	5
15	5	-.21417E+04	-.24904E+07	5	7
16	5	-.20112E+04	-.23386E+07	7	9
17	5	-.17463E+04	-.20306E+07	9	11
18	5	-.14070E+04	-.16360E+07	11	13
19	5	-.14070E+04	-.16360E+07	13	15
20	5	-.15105E+04	-.17564E+07	15	17
21	5	-.15716E+04	-.18275E+07	17	19
22	5	-.14478E+04	-.16835E+07	19	21
23	5	-.10674E+04	-.12412E+07	21	23
24	5	.17900E-02	.20814E+01	23	25
25	5	.92811E+03	.10792E+07	1	2
26	5	.51499E+03	.96441E+06	3	4
27	5	.22726E+03	.42558E+06	5	6
28	5	.19954E+03	.37368E+06	7	8
29	5	.34528E+03	.64659E+06	9	10
30	5	.49532E+03	.80409E+06	11	12
31	5	.53827E-03	.87382E+00	13	14
32	5	.15106E+03	.24522E+06	15	16
33	5	.79765E+02	.14937E+06	17	18
34	5	.82218E+02	.15397E+06	19	20
35	5	.19165E+03	.35889E+06	21	22
36	5	.34905E+03	.65366E+06	23	24
37	5	.60303E+03	.70120E+06	25	26
38	5	-.16569E+04	-.26898E+07	2	3
39	5	-.50514E+03	-.94596E+06	4	5
40	5	-.37501E+02	-.70226E+05	6	7
41	5	-.24015E+03	-.44972E+06	7	10
42	5	-.43515E+03	-.70641E+06	9	12
43	5	-.60042E+03	-.97470E+06	11	14
44	5	-.18311E+03	-.29725E+06	14	15
45	5	-.10053E+03	-.16319E+06	16	17
46	5	.40482E+01	.75809E+04	18	19
47	5	-.14806E+03	-.27727E+06	19	22
48	5	-.42599E+03	-.79773E+06	21	24
49	5	-.11230E+04	-.18231E+07	23	26

JOINT	LOAD-SET	HORIZ-FORCE	VERT-FORCE
1	1	.10674E+04	.34905E+03
2	1	-.10674E+04	-.34905E+03
3	1	.00000E+00	.21973E-02
4	1	-.35400E-02	-.18774E+03
5	1	.00000E+00	-.91553E-03
6	1	.72479E-02	-.19199E+03
7	1	.17929E-02	-.33035E-02
8	1	-.41504E-02	-.19200E+03
9	1	.19836E-03	-.52185E-02

10	1	.43869E-02	-.19201E+03
11	1	-.25024E-02	.40588E-02
12	1	-.23956E-02	-.19536E+03
13	1	.97656E-03	.15154E-02
14	1	.88501E-03	-.19871E+03
15	1	.13733E-02	.59204E-02
16	1	-.51270E-02	-.19535E+03
17	1	-.97656E-03	.33569E-02
18	1	-.28305E-02	-.19200E+03
19	1	.44098E-02	.78583E-02
20	1	.12207E-02	-.19200E+03
21	1	-.62866E-02	.29297E-02
22	1	.11139E-02	-.19200E+03
23	1	.10986E-02	-.27466E-02
24	1	.62866E-02	-.18774E+03
25	1	-.34823E-02	.11502E+04
26	1	-.14648E-02	-.91740E+02
1	2	.11873E-03	.21566E+04
2	2	-.12207E-02	-.22935E+03
3	2	-.24414E-03	.43945E-02
4	2	-.20752E-02	-.46934E+03
5	2	-.13428E-02	.73242E-03
6	2	.53253E-02	-.47999E+03
7	2	.21362E-02	-.11871E-01
8	2	.29297E-02	-.48000E+03
9	2	.48828E-03	-.76904E-02
10	2	.12573E-01	-.48001E+03
11	2	-.57983E-02	.98877E-02
12	2	-.10498E-01	-.48840E+03
13	2	.43945E-02	.59684E-03
14	2	-.31738E-02	-.24839E+03
15	2	.42725E-03	.28229E-02
16	2	-.36926E-02	.12909E-01
17	2	-.26550E-02	.55389E-02
18	2	.13733E-03	-.48523E-02
19	2	.40283E-02	.66528E-02
20	2	.34180E-02	.40153E-02
21	2	-.10193E-01	.20142E-02
22	2	-.14648E-02	.71716E-03
23	2	-.48828E-03	-.44556E-02
24	2	.76294E-02	.25940E-02
25	2	-.23261E-02	.71885E+03
26	2	.17090E-02	.30518E-04
1	3	.37905E-02	.71885E+03
2	3	.85449E-03	-.33569E-03
3	3	-.85449E-03	.62561E-02
4	3	-.12207E-03	-.48828E-03
5	3	-.10986E-02	-.39978E-02
6	3	.50964E-02	.11581E-01
7	3	.12207E-02	-.41504E-02
8	3	-.48828E-03	.28093E-03
9	3	.93079E-03	-.21057E-02
10	3	.45471E-02	-.90179E-02
11	3	-.22583E-02	.41656E-02
12	3	-.67902E-02	.64087E-03
13	3	-.48828E-03	.17776E-02
14	3	-.73242E-03	-.24839E+03
15	3	.34790E-02	.47607E-02
16	3	-.10376E-01	-.48838E+03
17	3	-.15869E-02	.80566E-02
18	3	.18616E-02	-.48001E+03
19	3	-.35400E-02	.12798E-01

20	3	.63477E-02	-.48000E+03
21	3	-.14648E-02	.29907E-02
22	3	-.76294E-03	-.48000E+03
23	3	-.14648E-02	.10986E-02
24	3	.53711E-02	-.46935E+03
25	3	-.20356E-02	.21566E+04
26	3	.48828E-03	-.22935E+03

1	4	-.14384E+03	-.63581E+03
2	4	-.77500E+01	.38800E+02
3	4	.12207E-03	-.26245E-02
4	4	-.15648E+02	.78329E+02
5	4	-.21362E-03	-.27466E-03
6	4	-.15801E+02	.79056E+02
7	4	-.87261E-03	.33960E-02
8	4	-.15801E+02	.79060E+02
9	4	-.35477E-03	.23270E-02
10	4	-.15803E+02	.79064E+02
11	4	.23499E-02	.10681E-02
12	4	-.16090E+02	.80506E+02
13	4	-.10986E-02	-.41447E-03
14	4	.19872E+02	.99466E+02
15	4	.45776E-03	-.22278E-02
16	4	.39042E+02	.19541E+03
17	4	-.30518E-04	-.32654E-02
18	4	.38341E+02	.19188E+03
19	4	-.83160E-03	-.44003E-02
20	4	.38340E+02	.19188E+03
21	4	.38452E-02	.48828E-03
22	4	.38339E+02	.19188E+03
23	4	.30518E-02	.36621E-02
24	4	.37975E+02	.19012E+03
25	4	-.23015E-03	-.95381E+03
26	4	.18819E+02	.94180E+02

1	5	.11578E+03	.22208E+03
2	5	-.18819E+02	-.10560E+04
3	5	-.20079E+04	.65660E+03
4	5	.19699E+04	.59196E+03
5	5	-.51880E-03	-.15869E-02
6	5	-.38341E+02	.19188E+03
7	5	-.27466E-03	.86670E-02
8	5	-.38342E+02	.19188E+03
9	5	.88501E-03	-.13733E-02
10	5	-.38346E+02	.19189E+03
11	5	-.10986E-02	-.35400E-02
12	5	-.39036E+02	.19542E+03
13	5	.97656E-03	-.53827E-03
14	5	.81938E+01	.40973E+02
15	5	-.29068E-02	-.10681E-02
16	5	.16093E+02	.80503E+02
17	5	.87357E-03	-.12131E-02
18	5	.15799E+02	.79062E+02
19	5	.12741E-02	-.51346E-02
20	5	.15797E+02	.79058E+02
21	5	.43030E-02	-.10986E-02
22	5	.15800E+02	.79059E+02
23	5	-.61035E-03	.15869E-02
24	5	.15645E+02	.78330E+02
25	5	.17900E-02	-.60303E+03
26	5	.77511E+01	.38800E+02

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE 1 \* 1.000  
 LOAD CASE 2 \* 1.000  
 LOAD CASE 3 \* .000  
 LOAD CASE 4 \* .000  
 LOAD CASE 5 \* .000

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	.00000E+00	.00000E+00
2	.14921E-02	-.91550E-04
3	-.16975E-09	-.70385E-02
4	.25925E-02	-.71716E-02
5	.50179E-03	-.11998E-01
6	.31443E-02	-.12083E-01
7	.11541E-02	-.14987E-01
8	.32999E-02	-.15074E-01
9	.17820E-02	-.16429E-01
10	.31633E-02	-.16603E-01
11	.23349E-02	-.16591E-01
12	.27987E-02	-.16852E-01
13	.28054E-02	-.15994E-01
14	.22496E-02	-.15994E-01
15	.32759E-02	-.15370E-01
16	.20459E-02	-.15409E-01
17	.37451E-02	-.14123E-01
18	.19893E-02	-.14132E-01
19	.42180E-02	-.12047E-01
20	.20981E-02	-.12072E-01
21	.46319E-02	-.91581E-02
22	.23646E-02	-.92239E-02
23	.49306E-02	-.51175E-02
24	.28968E-02	-.51968E-02
25	.49306E-02	.00000E+00
26	.37381E-02	-.51745E-04

MEMBER	AXIAL FORCE	AXIAL STRESS
1	-.57762E+04	-.41796E+07
2	-.75090E+04	-.54334E+07
3	-.77166E+04	-.55837E+07
4	-.77166E+04	-.55837E+07
5	-.72281E+04	-.52302E+07
6	-.63637E+04	-.46047E+07
7	-.54008E+04	-.39079E+07
8	-.54430E+04	-.39385E+07
9	-.52872E+04	-.38258E+07
10	-.52872E+04	-.38258E+07
11	-.47646E+04	-.34476E+07
12	-.34384E+04	-.24880E+07
13	-.20050E-02	-.23315E+01
14	.56639E+04	.65860E+07
15	.73632E+04	.85618E+07
16	.70877E+04	.82415E+07
17	.62402E+04	.72561E+07
18	.51313E+04	.59667E+07
19	.51313E+04	.59667E+07
20	.52960E+04	.61581E+07
21	.53373E+04	.62062E+07
22	.46720E+04	.54326E+07
23	.33715E+04	.39204E+07
24	-.58084E-02	-.67540E+01
25	-.33068E+04	-.38451E+07
26	-.18522E+04	-.34685E+07
27	-.85599E+03	-.16030E+07
28	-.67200E+03	-.12584E+07

29	-.11049E+04	-.20692E+07
30	-.16185E+04	-.26274E+07
31	-.21122E-02	-.34289E+01
32	-.24032E+03	-.39014E+06
33	-.53903E+02	-.10094E+06
34	-.19199E+03	-.35954E+06
35	-.65514E+03	-.12269E+07
36	-.11025E+04	-.20647E+07
37	-.18690E+04	-.21733E+07
38	.59591E+04	.96738E+07
39	.19027E+04	.35630E+07
40	.24897E+03	.46623E+06
41	.71345E+03	.13361E+07
42	.13926E+04	.22606E+07
43	.19619E+04	.31849E+07
44	.29131E+03	.47290E+06
45	.67922E+02	.11026E+06
46	-.22760E+03	-.42622E+06
47	.62665E+03	.11735E+07
48	.14562E+04	.27270E+07
49	.35472E+04	.57585E+07

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

-----  
 THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE	1 *	1.000
LOAD CASE	2 *	.000
LOAD CASE	3 *	1.000
LOAD CASE	4 *	.000
LOAD CASE	5 *	.000

-----

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	.00000E+00	.00000E+00
2	.11925E-02	-.51745E-04
3	-.48061E-09	-.51175E-02
4	.20337E-02	-.51968E-02
5	.29870E-03	-.91581E-02
6	.25660E-02	-.92239E-02
7	.71262E-03	-.12047E-01
8	.28325E-02	-.12072E-01
9	.11855E-02	-.14123E-01
10	.29413E-02	-.14132E-01
11	.16547E-02	-.15370E-01
12	.28847E-02	-.15409E-01
13	.21252E-02	-.15994E-01
14	.26810E-02	-.15994E-01
15	.25957E-02	-.16591E-01
16	.21319E-02	-.16852E-01
17	.31485E-02	-.16429E-01
18	.17673E-02	-.16603E-01
19	.37765E-02	-.14987E-01
20	.16307E-02	-.15073E-01
21	.44288E-02	-.11997E-01
22	.17863E-02	-.12083E-01
23	.49306E-02	-.70384E-02
24	.23381E-02	-.71716E-02
25	.49306E-02	.00000E+00
26	.34385E-02	-.91550E-04

-----

MEMBER	AXIAL FORCE	AXIAL STRESS
1	-.34384E+04	-.24880E+07
2	-.47646E+04	-.34476E+07
3	-.52873E+04	-.38258E+07
4	-.52873E+04	-.38258E+07
5	-.54431E+04	-.39386E+07



6	-.54008E+04	-.39079E+07
7	-.63636E+04	-.46046E+07
8	-.72280E+04	-.52301E+07
9	-.77165E+04	-.55836E+07
10	-.77165E+04	-.55836E+07
11	-.75089E+04	-.54334E+07
12	-.57762E+04	-.41796E+07
13	-.56768E-02	-.66009E+01
14	.33716E+04	.39204E+07
15	.46721E+04	.54327E+07
16	.53374E+04	.62063E+07
17	.52960E+04	.61582E+07
18	.51313E+04	.59667E+07
19	.51313E+04	.59667E+07
20	.62402E+04	.72560E+07
21	.70876E+04	.82414E+07
22	.73631E+04	.85617E+07
23	.56639E+04	.65859E+07
24	-.55179E-02	-.64161E+01
25	-.18690E+04	-.21733E+07
26	-.11025E+04	-.20647E+07
27	-.65514E+03	-.12269E+07
28	-.19200E+03	-.35955E+06
29	-.53924E+02	-.10098E+06
30	-.24037E+03	-.39022E+06
31	-.32930E-02	-.53458E+01
32	-.16184E+04	-.26273E+07
33	-.11049E+04	-.20691E+07
34	-.67199E+03	-.12584E+07
35	-.85598E+03	-.16029E+07
36	-.18522E+04	-.34685E+07
37	-.33068E+04	-.38451E+07
38	.35473E+04	.57585E+07
39	.14562E+04	.27270E+07
40	.62667E+03	.11735E+07
41	-.22758E+03	-.42618E+06
42	.67969E+02	.11034E+06
43	.29137E+03	.47300E+06
44	.19618E+04	.31847E+07
45	.13925E+04	.22605E+07
46	.71343E+03	.13360E+07
47	.24893E+03	.46616E+06
48	.19026E+04	.35630E+07
49	.59590E+04	.96738E+07

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

-----  
 THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE 1 \* 1.000  
 LOAD CASE 2 \* 1.000  
 LOAD CASE 3 \* 1.000  
 LOAD CASE 4 \* .000  
 LOAD CASE 5 \* .000  
 -----

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	.00000E+00	.00000E+00
2	.20880E-02	-.11145E-03
3	-.49066E-09	-.94547E-02
4	.35982E-02	-.96198E-02
5	.62260E-03	-.16454E-01
6	.44413E-02	-.16572E-01
7	.14519E-02	-.21027E-01
8	.47696E-02	-.21113E-01
9	.23081E-02	-.23763E-01
10	.47480E-02	-.23905E-01

11	.31030E-02	-.24859E-01
12	.44204E-02	-.25092E-01
13	.38349E-02	-.24879E-01
14	.38349E-02	-.24879E-01
15	.45668E-02	-.24859E-01
16	.32494E-02	-.25092E-01
17	.53617E-02	-.23763E-01
18	.29218E-02	-.23905E-01
19	.62179E-02	-.21027E-01
20	.29001E-02	-.21113E-01
21	.70472E-02	-.16454E-01
22	.32284E-02	-.16572E-01
23	.76698E-02	-.94546E-02
24	.40716E-02	-.96198E-02
25	.76698E-02	.00000E+00
26	.55818E-02	-.11145E-03

---

MEMBER	AXIAL FORCE	AXIAL STRESS
1	-.71670E+04	-.51859E+07
2	-.95461E+04	-.69075E+07
3	-.10114E+05	-.73185E+07
4	-.10114E+05	-.73185E+07
5	-.98554E+04	-.71313E+07
6	-.91501E+04	-.66209E+07
7	-.91501E+04	-.66209E+07
8	-.98552E+04	-.71311E+07
9	-.10114E+05	-.73184E+07
10	-.10114E+05	-.73184E+07
11	-.95460E+04	-.69074E+07
12	-.71669E+04	-.51859E+07
13	-.57955E-02	-.67390E+01
14	.70276E+04	.81716E+07
15	.93607E+04	.10885E+08
16	.96640E+04	.11237E+08
17	.89726E+04	.10433E+08
18	.79821E+04	.92815E+07
19	.79821E+04	.92815E+07
20	.89726E+04	.10433E+08
21	.96639E+04	.11237E+08
22	.93607E+04	.10884E+08
23	.70276E+04	.81716E+07
24	-.78440E-02	-.91209E+01
25	-.40256E+04	-.46810E+07
26	-.22981E+04	-.43036E+07
27	-.11753E+04	-.22010E+07
28	-.67200E+03	-.12584E+07
29	-.90134E+03	-.16879E+07
30	-.14458E+04	-.23470E+07
31	-.38898E-02	-.63147E+01
32	-.14457E+04	-.23469E+07
33	-.90131E+03	-.16878E+07
34	-.67199E+03	-.12584E+07
35	-.11753E+04	-.22010E+07
36	-.22981E+04	-.43035E+07
37	-.40256E+04	-.46810E+07
38	.73938E+04	.12003E+08
39	.26125E+04	.48923E+07
40	.68105E+03	.12754E+07
41	.37790E+03	.70769E+06
42	.11360E+04	.18441E+07
43	.17525E+04	.28450E+07
44	.17524E+04	.28448E+07
45	.11359E+04	.18440E+07
46	.37787E+03	.70762E+06

47	.68100E+03	.12753E+07
48	.26124E+04	.48922E+07
49	.73938E+04	.12003E+08

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

-----  
 THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE	1 *	1.000
LOAD CASE	2 *	.000
LOAD CASE	3 *	.000
LOAD CASE	4 *	1.000
LOAD CASE	5 *	.000

-----

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	.00000E+00	.00000E+00
2	.24937E-03	-.14241E-04
3	.12178E-04	-.11093E-02
4	.42401E-03	-.11299E-02
5	.10273E-03	-.18700E-02
6	.50959E-03	-.18830E-02
7	.21608E-03	-.23082E-02
8	.53207E-03	-.23223E-02
9	.32379E-03	-.25093E-02
10	.51090E-03	-.25388E-02
11	.41880E-03	-.25057E-02
12	.45444E-03	-.25492E-02
13	.50017E-03	-.23825E-02
14	.37020E-03	-.23825E-02
15	.58155E-03	-.22124E-02
16	.36887E-03	-.22002E-02
17	.65555E-03	-.19543E-02
18	.38539E-03	-.19416E-02
19	.72409E-03	-.16003E-02
20	.42114E-03	-.15993E-02
21	.77521E-03	-.11830E-02
22	.46750E-03	-.11928E-02
23	.80926E-03	-.64138E-03
24	.54554E-03	-.65041E-03
25	.80926E-03	.00000E+00
26	.65420E-03	-.54365E-05

-----

MEMBER	AXIAL FORCE	AXIAL STRESS
1	-.88780E+03	-.64240E+06
2	-.11342E+04	-.82067E+06
3	-.11404E+04	-.82519E+06
4	-.11243E+04	-.81353E+06
5	-.10210E+04	-.73879E+06
6	-.85828E+03	-.62104E+06
7	-.63683E+03	-.46080E+06
8	-.61371E+03	-.44407E+06
9	-.57052E+03	-.41282E+06
10	-.60962E+03	-.44111E+06
11	-.53060E+03	-.38394E+06
12	-.37272E+03	-.26969E+06
13	.14384E+03	.16726E+06
14	.10221E+04	.11885E+07
15	.12794E+04	.14877E+07
16	.12158E+04	.14138E+07
17	.10724E+04	.12469E+07
18	.88746E+03	.10319E+07
19	.88746E+03	.10319E+07
20	.83534E+03	.97132E+06
21	.77361E+03	.89955E+06
22	.57709E+03	.67104E+06
23	.38429E+03	.44685E+06

24	-.37125E-02	-.43168E+01
25	-.51437E+03	-.59810E+06
26	-.28721E+03	-.53784E+06
27	-.12959E+03	-.24268E+06
28	-.10978E+03	-.20558E+06
29	-.18704E+03	-.35026E+06
30	-.26988E+03	-.43811E+06
31	-.11009E-02	-.17872E+01
32	.76072E+02	.12349E+06
33	.80472E+02	.15070E+06
34	.75474E+01	.14134E+05
35	-.97131E+02	-.18189E+06
36	-.12567E+03	-.23533E+06
37	-.19637E+03	-.22833E+06
38	.92405E+03	.15001E+07
39	.28805E+03	.53943E+06
40	.26811E+02	.50208E+05
41	.12731E+03	.23841E+06
42	.23572E+03	.38267E+06
43	.32714E+03	.53107E+06
44	-.92218E+02	-.14971E+06
45	-.10142E+03	-.16464E+06
46	-.12018E+03	-.22506E+06
47	.14163E+03	.26523E+06
48	.21589E+03	.40429E+06
49	.40431E+03	.65635E+06

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

-----  
 THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE	1 *	1.000
LOAD CASE	2 *	.000
LOAD CASE	3 *	.000
LOAD CASE	4 *	.000
LOAD CASE	5 *	1.000

-----

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	.00000E+00	.00000E+00
2	.14465E-03	-.61483E-05
3	-.98022E-05	-.66075E-03
4	.25454E-03	-.67093E-03
5	.18306E-04	-.12256E-02
6	.33305E-03	-.12365E-02
7	.65505E-04	-.16643E-02
8	.37854E-03	-.16633E-02
9	.13195E-03	-.20293E-02
10	.41136E-03	-.20155E-02
11	.20435E-03	-.22949E-02
12	.42402E-03	-.22817E-02
13	.28446E-03	-.24684E-02
14	.41765E-03	-.24684E-02
15	.36456E-03	-.25920E-02
16	.32604E-03	-.26342E-02
17	.45786E-03	-.25905E-02
18	.26378E-03	-.26185E-02
19	.56324E-03	-.23793E-02
20	.23805E-03	-.23935E-02
21	.67191E-03	-.19179E-02
22	.25862E-03	-.19323E-02
23	.75523E-03	-.11312E-02
24	.34408E-03	-.11533E-02
25	.75523E-03	.00000E+00
26	.51974E-03	-.15148E-04

-----

MEMBER	AXIAL FORCE	AXIAL STRESS
--------	-------------	--------------

1	-.42245E+03	-.30568E+06
2	-.60346E+03	-.43665E+06
3	-.69537E+03	-.50316E+06
4	-.65626E+03	-.47487E+06
5	-.70767E+03	-.51206E+06
6	-.73648E+03	-.53291E+06
7	-.98535E+03	-.71299E+06
8	-.11408E+04	-.82548E+06
9	-.12336E+04	-.89263E+06
10	-.12497E+04	-.90429E+06
11	-.12271E+04	-.88788E+06
12	-.95121E+03	-.68829E+06
13	-.11578E+03	-.13463E+06
14	.31728E+03	.36893E+06
15	.53276E+03	.61949E+06
16	.74997E+03	.87206E+06
17	.81727E+03	.95031E+06
18	.87362E+03	.10158E+07
19	.87362E+03	.10158E+07
20	.10531E+04	.12246E+07
21	.11895E+04	.13831E+07
22	.12266E+04	.14263E+07
23	.94047E+03	.10936E+07
24	-.16923E-02	-.19677E+01
25	-.22208E+03	-.25823E+06
26	-.14161E+03	-.26519E+06
27	-.10855E+03	-.20327E+06
28	.75448E+01	.14129E+05
29	.87752E+02	.16433E+06
30	.82246E+02	.13352E+06
31	-.97710E-03	-.15862E+01
32	-.26199E+03	-.42531E+06
33	-.17775E+03	-.33287E+06
34	-.10978E+03	-.20558E+06
35	-.14415E+03	-.26995E+06
36	-.30754E+03	-.57592E+06
37	-.54715E+03	-.63622E+06
38	.45562E+03	.73965E+06
39	.24128E+03	.45183E+06
40	.15709E+03	.29417E+06
41	-.13218E+03	-.24753E+06
42	-.11058E+03	-.17952E+06
43	-.99699E+02	-.16185E+06
44	.31758E+03	.51555E+06
45	.22401E+03	.36366E+06
46	.11201E+03	.20976E+06
47	.46510E+02	.87097E+05
48	.32042E+03	.60003E+06
49	.98948E+03	.16063E+07

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

-----  
 THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE 1 \* 1.000  
 LOAD CASE 2 \* 1.000  
 LOAD CASE 3 \* .000  
 LOAD CASE 4 \* 1.000  
 LOAD CASE 5 \* .000  
 -----

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	.00000E+00	.00000E+00
2	.11449E-02	-.73947E-04
3	.12178E-04	-.54464E-02
4	.19884E-02	-.55530E-02
5	.42663E-03	-.91662E-02

6	.23850E-02	-.92315E-02
7	.95536E-03	-.11288E-01
8	.24692E-02	-.11364E-01
9	.14464E-02	-.12149E-01
10	.23176E-02	-.12312E-01
11	.18671E-02	-.11994E-01
12	.19902E-02	-.12232E-01
13	.22099E-02	-.11268E-01
14	.15241E-02	-.11268E-01
15	.25527E-02	-.10480E-01
16	.14864E-02	-.10440E-01
17	.28687E-02	-.92883E-02
18	.15399E-02	-.92436E-02
19	.31655E-02	-.76401E-02
20	.16906E-02	-.76391E-02
21	.33936E-02	-.56399E-02
22	.19097E-02	-.56817E-02
23	.35485E-02	-.30576E-02
24	.22791E-02	-.30987E-02
25	.35485E-02	.00000E+00
26	.27975E-02	-.25338E-04

---

MEMBER	AXIAL FORCE	AXIAL STRESS
1	-.46163E+04	-.33403E+07
2	-.59157E+04	-.42805E+07
3	-.59673E+04	-.43179E+07
4	-.59512E+04	-.43062E+07
5	-.54333E+04	-.39315E+07
6	-.46076E+04	-.33340E+07
7	-.34233E+04	-.24771E+07
8	-.32410E+04	-.23451E+07
9	-.29680E+04	-.21476E+07
10	-.30071E+04	-.21759E+07
11	-.25677E+04	-.18580E+07
12	-.17634E+04	-.12760E+07
13	.14384E+03	.16726E+06
14	.46782E+04	.54397E+07
15	.59680E+04	.69396E+07
16	.55424E+04	.64447E+07
17	.47490E+04	.55221E+07
18	.37382E+04	.43468E+07
19	.37382E+04	.43468E+07
20	.35677E+04	.41485E+07
21	.33498E+04	.38952E+07
22	.25747E+04	.29938E+07
23	.17480E+04	.20325E+07
24	-.60386E-02	-.70216E+01
25	-.26710E+04	-.31058E+07
26	-.14828E+04	-.27767E+07
27	-.64977E+03	-.12168E+07
28	-.58978E+03	-.11044E+07
29	-.10345E+04	-.19372E+07
30	-.14753E+04	-.23949E+07
31	-.16977E-02	-.27561E+01
32	.24880E+03	.40389E+06
33	.28408E+03	.53199E+06
34	.75519E+01	.14142E+05
35	-.41647E+03	-.77990E+06
36	-.57160E+03	-.10704E+07
37	-.91522E+03	-.10642E+07
38	.47706E+04	.77445E+07
39	.14443E+04	.27047E+07
40	.81192E+02	.15205E+06
41	.73280E+03	.13723E+07

42	.13037E+04	.21164E+07
43	.17883E+04	.29031E+07
44	-.30160E+03	-.48961E+06
45	-.35803E+03	-.58122E+06
46	-.45574E+03	-.85345E+06
47	.57371E+03	.10744E+07
48	.92569E+03	.17335E+07
49	.18391E+04	.29855E+07

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

-----  
 THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE	1 *	1.000
LOAD CASE	2 *	.000
LOAD CASE	3 *	1.000
LOAD CASE	4 *	.000
LOAD CASE	5 *	1.000

-----

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	.00000E+00	.00000E+00
2	.74055E-03	-.26050E-04
3	-.98025E-05	-.30769E-02
4	.12602E-02	-.31192E-02
5	.13912E-03	-.56824E-02
6	.16301E-02	-.57254E-02
7	.36329E-03	-.77040E-02
8	.18483E-02	-.77031E-02
9	.65797E-03	-.93633E-02
10	.19961E-02	-.93175E-02
11	.97245E-03	-.10563E-01
12	.20457E-02	-.10522E-01
13	.13140E-02	-.11354E-01
14	.20030E-02	-.11354E-01
15	.16555E-02	-.12080E-01
16	.15295E-02	-.12317E-01
17	.20745E-02	-.12230E-01
18	.11963E-02	-.12391E-01
19	.25632E-02	-.11359E-01
20	.10401E-02	-.11435E-01
21	.30872E-02	-.92141E-02
22	.11225E-02	-.92808E-02
23	.34944E-02	-.54683E-02
24	.15188E-02	-.55763E-02
25	.34944E-02	.00000E+00
26	.23634E-02	-.74854E-04

-----

MEMBER	AXIAL FORCE	AXIAL STRESS
1	-.18132E+04	-.13120E+07
2	-.26406E+04	-.19107E+07
3	-.30929E+04	-.22380E+07
4	-.30538E+04	-.22097E+07
5	-.33349E+04	-.24131E+07
6	-.35229E+04	-.25492E+07
7	-.47346E+04	-.34259E+07
8	-.55530E+04	-.40181E+07
9	-.60604E+04	-.43852E+07
10	-.60765E+04	-.43969E+07
11	-.60085E+04	-.43477E+07
12	-.46797E+04	-.33862E+07
13	-.11578E+03	-.13463E+06
14	.16810E+04	.19546E+07
15	.25304E+04	.29423E+07
16	.33262E+04	.38677E+07
17	.35497E+04	.41275E+07
18	.37244E+04	.43307E+07

19	.37244E+04	.43306E+07
20	.47297E+04	.54996E+07
21	.55160E+04	.64139E+07
22	.59152E+04	.68782E+07
23	.45965E+04	.53447E+07
24	-.37278E-02	-.43347E+01
25	-.94093E+03	-.10941E+07
26	-.58756E+03	-.11003E+07
27	-.42788E+03	-.80127E+06
28	.75450E+01	.14129E+05
29	.29135E+03	.54560E+06
30	.25494E+03	.41387E+06
31	-.27547E-02	-.44719E+01
32	-.14673E+04	-.23820E+07
33	-.10252E+04	-.19198E+07
34	-.58977E+03	-.11044E+07
35	-.66433E+03	-.12441E+07
36	-.15031E+04	-.28148E+07
37	-.27037E+04	-.31439E+07
38	.18904E+04	.30688E+07
39	.95109E+03	.17811E+07
40	.58917E+03	.11033E+07
41	-.46773E+03	-.87590E+06
42	-.36718E+03	-.59607E+06
43	-.30905E+03	-.50170E+06
44	.17787E+04	.28875E+07
45	.12920E+04	.20974E+07
46	.71748E+03	.13436E+07
47	.10087E+03	.18889E+06
48	.14766E+04	.27652E+07
49	.48360E+04	.78507E+07

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

-----  
 THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE	1 *	1.000
LOAD CASE	2 *	1.000
LOAD CASE	3 *	1.000
LOAD CASE	4 *	1.000
LOAD CASE	5 *	.000

-----

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	.00000E+00	.00000E+00
2	.17408E-02	-.93849E-04
3	.12178E-04	-.78626E-02
4	.29941E-02	-.80012E-02
5	.54745E-03	-.13623E-01
6	.36820E-02	-.13720E-01
7	.12531E-02	-.17327E-01
8	.39390E-02	-.17403E-01
9	.19724E-02	-.19483E-01
10	.39023E-02	-.19614E-01
11	.26352E-02	-.20262E-01
12	.36119E-02	-.20472E-01
13	.32394E-02	-.20153E-01
14	.31094E-02	-.20153E-01
15	.38436E-02	-.19969E-01
16	.26899E-02	-.20123E-01
17	.44853E-02	-.18928E-01
18	.24724E-02	-.19016E-01
19	.51654E-02	-.16619E-01
20	.24927E-02	-.16680E-01
21	.58089E-02	-.12936E-01
22	.27735E-02	-.13030E-01
23	.62877E-02	-.73947E-02



24	.34538E-02	-.75217E-02
25	.62877E-02	.00000E+00
26	.46412E-02	-.85045E-04

MEMBER	AXIAL FORCE	AXIAL STRESS
1	-.60070E+04	-.43466E+07
2	-.79528E+04	-.57546E+07
3	-.83648E+04	-.60527E+07
4	-.83487E+04	-.60410E+07
5	-.80606E+04	-.58326E+07
6	-.73941E+04	-.53503E+07
7	-.71726E+04	-.51900E+07
8	-.76532E+04	-.55377E+07
9	-.77948E+04	-.56402E+07
10	-.78339E+04	-.56685E+07
11	-.73492E+04	-.53178E+07
12	-.54919E+04	-.39739E+07
13	.14384E+03	.16725E+06
14	.60418E+04	.70254E+07
15	.79656E+04	.92624E+07
16	.81187E+04	.94403E+07
17	.74814E+04	.86993E+07
18	.65889E+04	.76616E+07
19	.65889E+04	.76616E+07
20	.72443E+04	.84236E+07
21	.76764E+04	.89260E+07
22	.72633E+04	.84457E+07
23	.54040E+04	.62837E+07
24	-.80741E-02	-.93885E+01
25	-.33898E+04	-.39417E+07
26	-.19287E+04	-.36118E+07
27	-.96911E+03	-.18148E+07
28	-.58978E+03	-.11044E+07
29	-.83085E+03	-.15559E+07
30	-.13026E+04	-.21145E+07
31	-.34754E-02	-.56418E+01
32	-.95655E+03	-.15528E+07
33	-.56332E+03	-.10549E+07
34	-.47244E+03	-.88473E+06
35	-.93664E+03	-.17540E+07
36	-.17672E+04	-.33093E+07
37	-.30718E+04	-.35719E+07
38	.62053E+04	.10074E+08
39	.21541E+04	.40339E+07
40	.51328E+03	.96119E+06
41	.39725E+03	.74391E+06
42	.10471E+04	.16999E+07
43	.15789E+04	.25632E+07
44	.11595E+04	.18823E+07
45	.70992E+03	.11525E+07
46	.14973E+03	.28039E+06
47	.62806E+03	.11761E+07
48	.20819E+04	.38987E+07
49	.56856E+04	.92299E+07

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

-----  
 THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE	1 *	1.000
LOAD CASE	2 *	1.000
LOAD CASE	3 *	1.000
LOAD CASE	4 *	.000
LOAD CASE	5 *	1.000

-----  
 JOINT            X-MOVEMENT            Y-MOVEMENT

1	.00000E+00	.00000E+00
2	.16360E-02	-.85757E-04
3	-.98025E-05	-.74141E-02
4	.28247E-02	-.75422E-02
5	.46302E-03	-.12979E-01
6	.35054E-02	-.13074E-01
7	.11026E-02	-.16683E-01
8	.37854E-02	-.16744E-01
9	.17806E-02	-.19003E-01
10	.38028E-02	-.19090E-01
11	.24208E-02	-.20051E-01
12	.35814E-02	-.20204E-01
13	.30237E-02	-.20239E-01
14	.31568E-02	-.20239E-01
15	.36266E-02	-.20348E-01
16	.26470E-02	-.20557E-01
17	.42877E-02	-.19564E-01
18	.23508E-02	-.19693E-01
19	.50046E-02	-.17398E-01
20	.23096E-02	-.17474E-01
21	.57056E-02	-.13671E-01
22	.25647E-02	-.13770E-01
23	.62336E-02	-.78845E-02
24	.32524E-02	-.80246E-02
25	.62336E-02	.00000E+00
26	.45068E-02	-.94756E-04

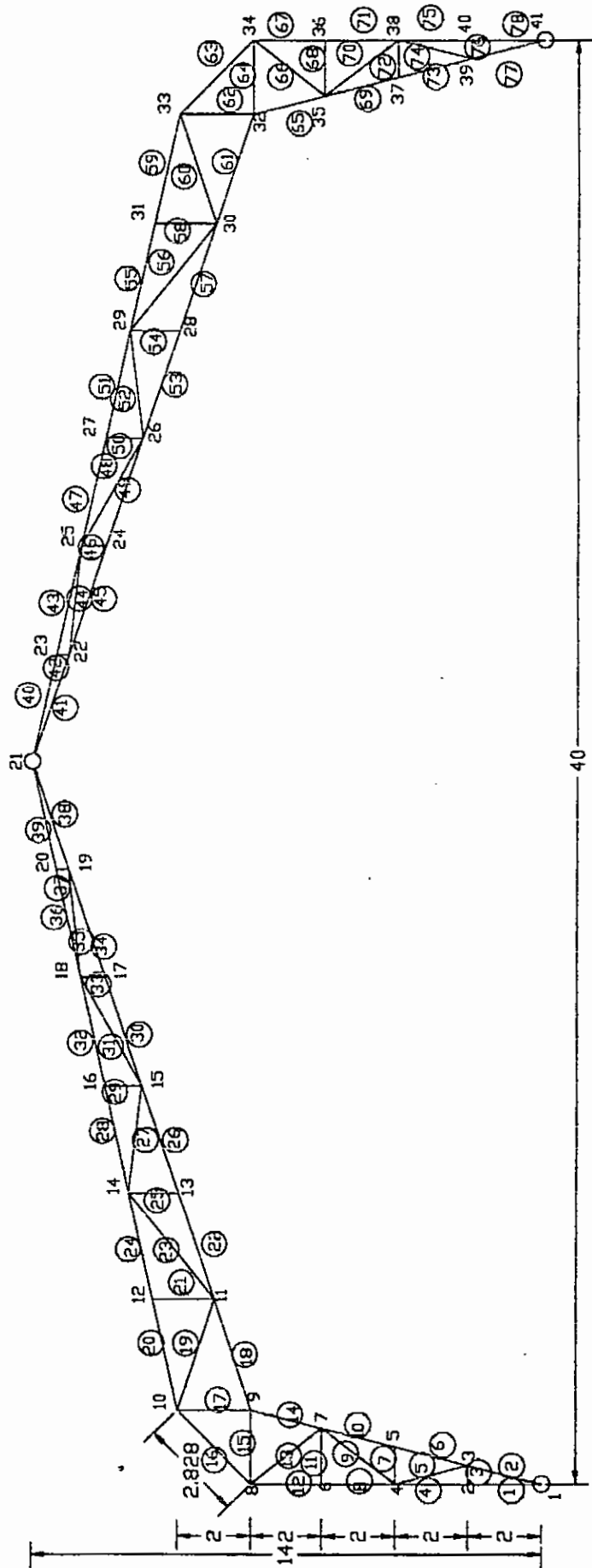
---

MEMBER	AXIAL FORCE	AXIAL STRESS
1	-.55417E+04	-.40099E+07
2	-.74221E+04	-.53706E+07
3	-.79197E+04	-.57306E+07
4	-.78806E+04	-.57023E+07
5	-.77472E+04	-.56058E+07
6	-.72723E+04	-.52621E+07
7	-.75211E+04	-.54422E+07
8	-.81803E+04	-.59192E+07
9	-.84579E+04	-.61200E+07
10	-.84740E+04	-.61317E+07
11	-.80457E+04	-.58217E+07
12	-.60704E+04	-.43925E+07
13	-.11578E+03	-.13463E+06
14	.53370E+04	.62058E+07
15	.72190E+04	.83942E+07
16	.76528E+04	.88986E+07
17	.72263E+04	.84027E+07
18	.65751E+04	.76455E+07
19	.65751E+04	.76455E+07
20	.74621E+04	.86769E+07
21	.80922E+04	.94096E+07
22	.79128E+04	.92009E+07
23	.59602E+04	.69304E+07
24	-.60539E-02	-.70395E+01
25	-.30975E+04	-.36018E+07
26	-.17831E+04	-.33392E+07
27	-.94806E+03	-.17754E+07
28	-.47245E+03	-.88474E+06
29	-.55606E+03	-.10413E+07
30	-.95044E+03	-.15429E+07
31	-.33516E-02	-.54408E+01
32	-.12946E+04	-.21016E+07
33	-.82154E+03	-.15385E+07
34	-.58977E+03	-.11044E+07
35	-.98366E+03	-.18421E+07
36	-.19490E+04	-.36499E+07

37	-.34226E+04	-.39798E+07
38	.57369E+04	.93132E+07
39	.21073E+04	.39463E+07
40	.64355E+03	.12052E+07
41	.13775E+03	.25796E+06
42	.70081E+03	.11377E+07
43	.11521E+04	.18703E+07
44	.15693E+04	.25476E+07
45	.10354E+04	.16808E+07
46	.38192E+03	.71520E+06
47	.53294E+03	.99802E+06
48	.21864E+04	.40944E+07
49	.62708E+04	.10180E+08

-----  
THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX9.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX9  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID  
-----

Παράδειγμα 10ο



Δίδεται τριαρθρωτό τόξο με τις διαστάσεις όπως φαίνονται στο σχήμα. Για το υλικό του δικτυώματος το μέτρο ελαστικότητας είναι  $E = 2,1 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$ . Τα μέλη 1, 4, 8, 12, 67, 71, 75, 78 έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 32,65 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ , τα μέλη 2, 6, 10, 14, 15, 17, 18, 22, 26, 30, 34, 36, 38 έως 41, 43, 45, 49, 53, 57, 61, 62, 64, 65, 69, 73, 77 έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 74,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ , τα μέλη 3, 5, 7, 9, 11, 13, 21, 25, 29, 33, 37, 42, 46, 50, 54, 58, 66, 70, 72, 74, 76, έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ , τα μέλη 16 και 63 έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 39,05 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ , τα μέλη 19, 23, 27, 31, 35, 44, 48, 52, 56, 60 έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 59 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ , τα μέλη 20, 24, 55, 59 έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 27,15 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$  και τα μέλη 28, 32, 47 και 51 έχουν εμβαδόν διατομής  $A = 65,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ .

Ζητείται η επίλυση του δικτυώματος για τις παρακάτω περιπτώσεις φόρτισης.

- α) Λόγω μόνιμων φορτίων.
- β) Λόγω ανεμοπίεσης.
- γ) Λόγω μονόπλευρου χιονιού.
- δ) Λόγω αμφίπλευρου χιονιού.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX10 και EX10.OUT.

Η επίλυσή του με τη γραφική μέθοδο Cremona υπάρχει στο βιβλίο του Γρ. Φουρναράκου [3]. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

\*\*\* EXAMPLE 10 \*\*\*

41	78	.2100E+09		
1		.000	.000	0 0
2		.000	2.000	1 1
3		.500	2.000	1 1
4		.000	4.000	1 1
5		1.000	4.000	1 1
6		.000	6.000	1 1
7		1.500	6.000	1 1
8		.000	8.000	1 1
9		2.000	8.000	1 1
10		2.000	10.000	1 1
11		5.000	9.000	1 1
12		5.000	10.660	1 1
13		8.000	10.000	1 1
14		8.000	11.330	1 1
15		11.000	11.000	1 1
16		11.000	12.000	1 1
17		14.000	12.000	1 1
18		14.000	12.660	1 1
19		17.000	13.000	1 1
20		17.000	13.330	1 1
21		20.000	14.000	1 1
22		23.000	13.000	1 1
23		23.000	13.330	1 1
24		26.000	12.000	1 1
25		26.000	12.660	1 1
26		29.000	11.000	1 1
27		29.000	12.000	1 1
28		32.000	10.000	1 1
29		32.000	11.330	1 1
30		35.000	9.000	1 1
31		35.000	10.660	1 1
32		38.000	8.000	1 1
33		38.000	10.000	1 1
34		40.000	8.000	1 1
35		38.500	6.000	1 1
36		40.000	6.000	1 1
37		39.000	4.000	1 1
38		40.000	4.000	1 1
39		39.500	2.000	1 1
40		40.000	2.000	1 1
41		40.000	.000	0 0

1	1	2	.32650E-02
2	1	3	.74500E-02
3	2	3	.13000E-02
4	2	4	.32650E-02
5	3	4	.13000E-02
6	3	5	.74500E-02
7	4	5	.13000E-02
8	4	6	.32650E-02
9	4	7	.13000E-02
10	5	7	.74500E-02
11	6	7	.13000E-02
12	6	8	.32650E-02
13	7	8	.13000E-02
14	7	9	.74500E-02
15	8	9	.74500E-02
16	8	10	.39050E-02
17	9	10	.74500E-02
18	9	11	.74500E-02
19	10	11	.59000E-02
20	10	12	.27150E-02

21	11	12	.13000E-02
22	11	13	.74500E-02
23	11	14	.59000E-02
24	12	14	.27150E-02
25	13	14	.13000E-02
26	13	15	.74500E-02
27	14	15	.59000E-02
28	14	16	.65500E-02
29	15	16	.13000E-02
30	15	17	.74500E-02
31	15	18	.59000E-02
32	16	18	.65500E-02
33	17	18	.13000E-02
34	17	19	.74500E-02
35	18	19	.59000E-02
36	18	20	.74500E-02
37	19	20	.13000E-02
38	19	21	.74500E-02
39	20	21	.74500E-02
40	21	23	.74500E-02
41	21	22	.74500E-02
42	22	23	.13000E-02
43	23	25	.74500E-02
44	22	25	.59000E-02
45	22	24	.74500E-02
46	24	25	.13000E-02
47	25	27	.65500E-02
48	25	26	.59000E-02
49	24	26	.74500E-02
50	26	27	.13000E-02
51	27	29	.65500E-02
52	26	29	.59000E-02
53	26	28	.74500E-02
54	28	29	.13000E-02
55	29	31	.27150E-02
56	29	30	.59000E-02
57	28	30	.74500E-02
58	30	31	.13000E-02
59	31	33	.27150E-02
60	30	33	.59000E-02
61	30	32	.74500E-02
62	32	33	.74500E-02
63	33	34	.39050E-02
64	32	34	.74500E-02
65	32	35	.74500E-02
66	34	35	.13000E-02
67	34	36	.32650E-02
68	35	36	.13000E-02
69	35	37	.74500E-02
70	35	38	.13000E-02
71	36	38	.32650E-02
72	37	38	.13000E-02
73	37	39	.74500E-02
74	38	39	.13000E-02
75	38	40	.32650E-02
76	39	40	.13000E-02
77	39	41	.74500E-02
78	40	41	.32650E-02
4			
1	15		
8		.000	-9.700
10		.000	-24.250
12		.000	-29.100
14		.000	-29.100

16	.000	-29.100
18	.000	-29.100
20	.000	-29.100
21	.000	-29.100
23	.000	-29.100
25	.000	-29.100
27	.000	-29.100
29	.000	-29.100
31	.000	-29.100
33	.000	-24.250
34	.000	-9.700
2	9	
4	24.000	.000
8	16.000	-4.800
10	4.950	-5.470
12	.300	-1.350
14	.300	-1.350
16	.300	-1.350
18	.300	-1.350
20	.300	-1.350
21	.150	-.670
3	8	
8	.000	-5.000
10	.000	-16.250
12	.000	-22.500
14	.000	-22.500
16	.000	-22.500
18	.000	-22.500
20	.000	-22.500
21	.000	-11.250
4	15	
8	.000	-5.000
10	.000	-16.250
12	.000	-22.500
14	.000	-22.500
16	.000	-22.500
18	.000	-22.500
20	.000	-22.500
21	.000	-11.250
23	.000	-22.500
25	.000	-22.500
27	.000	-22.500
29	.000	-22.500
31	.000	-22.500
33	.000	-16.250
34	.000	-5.000



```

-----
----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----
-----
PLANE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS
-----
(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
THE DATA WILL BE READ FROM FILE-EX10
-----
*** EXAMPLE 10 ***
-----

```

ELASTIC MODULUS = .2100E+09

JOINT AND MEMBER DATA ( 41 JOINTS 78 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

1	.000	.000	0	0
2	.000	2.000	1	1
3	.500	2.000	1	1
4	.000	4.000	1	1
5	1.000	4.000	1	1
6	.000	6.000	1	1
7	1.500	6.000	1	1
8	.000	8.000	1	1
9	2.000	8.000	1	1
10	2.000	10.000	1	1
11	5.000	9.000	1	1
12	5.000	10.660	1	1
13	8.000	10.000	1	1
14	8.000	11.330	1	1
15	11.000	11.000	1	1
16	11.000	12.000	1	1
17	14.000	12.000	1	1
18	14.000	12.660	1	1
19	17.000	13.000	1	1
20	17.000	13.330	1	1
21	20.000	14.000	1	1
22	23.000	13.000	1	1
23	23.000	13.330	1	1
24	26.000	12.000	1	1
25	26.000	12.660	1	1
26	29.000	11.000	1	1
27	29.000	12.000	1	1
28	32.000	10.000	1	1
29	32.000	11.330	1	1
30	35.000	9.000	1	1
31	35.000	10.660	1	1
32	38.000	8.000	1	1
33	38.000	10.000	1	1
34	40.000	8.000	1	1
35	38.500	6.000	1	1
36	40.000	6.000	1	1
37	39.000	4.000	1	1
38	40.000	4.000	1	1
39	39.500	2.000	1	1
40	40.000	2.000	1	1
41	40.000	.000	0	0

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.32650E-02	.20000E+01
2	1 TO 3	.74500E-02	.20616E+01

3	2	TO	3	.13000E-02	.50000E+00
4	2	TO	4	.32650E-02	.20000E+01
5	3	TO	4	.13000E-02	.20616E+01
6	3	TO	5	.74500E-02	.20616E+01
7	4	TO	5	.13000E-02	.10000E+01
8	4	TO	6	.32650E-02	.20000E+01
9	4	TO	7	.13000E-02	.25000E+01
10	5	TO	7	.74500E-02	.20616E+01
11	6	TO	7	.13000E-02	.15000E+01
12	6	TO	8	.32650E-02	.20000E+01
13	7	TO	8	.13000E-02	.25000E+01
14	7	TO	9	.74500E-02	.20616E+01
15	8	TO	9	.74500E-02	.20000E+01
16	8	TO	10	.39050E-02	.28284E+01
17	9	TO	10	.74500E-02	.20000E+01
18	9	TO	11	.74500E-02	.31623E+01
19	10	TO	11	.59000E-02	.31623E+01
20	10	TO	12	.27150E-02	.30717E+01
21	11	TO	12	.13000E-02	.16600E+01
22	11	TO	13	.74500E-02	.31623E+01
23	11	TO	14	.59000E-02	.37985E+01
24	12	TO	14	.27150E-02	.30739E+01
25	13	TO	14	.13000E-02	.13300E+01
26	13	TO	15	.74500E-02	.31623E+01
27	14	TO	15	.59000E-02	.30181E+01
28	14	TO	16	.65500E-02	.30739E+01
29	15	TO	16	.13000E-02	.10000E+01
30	15	TO	17	.74500E-02	.31623E+01
31	15	TO	18	.59000E-02	.34286E+01
32	16	TO	18	.65500E-02	.30717E+01
33	17	TO	18	.13000E-02	.66000E+00
34	17	TO	19	.74500E-02	.31623E+01
35	18	TO	19	.59000E-02	.30192E+01
36	18	TO	20	.74500E-02	.30739E+01
37	19	TO	20	.13000E-02	.33000E+00
38	19	TO	21	.74500E-02	.31623E+01
39	20	TO	21	.74500E-02	.30739E+01
40	21	TO	23	.74500E-02	.30739E+01
41	21	TO	22	.74500E-02	.31623E+01
42	22	TO	23	.13000E-02	.33000E+00
43	23	TO	25	.74500E-02	.30739E+01
44	22	TO	25	.59000E-02	.30192E+01
45	22	TO	24	.74500E-02	.31623E+01
46	24	TO	25	.13000E-02	.66000E+00
47	25	TO	27	.65500E-02	.30717E+01
48	25	TO	26	.59000E-02	.34286E+01
49	24	TO	26	.74500E-02	.31623E+01
50	26	TO	27	.13000E-02	.10000E+01
51	27	TO	29	.65500E-02	.30739E+01
52	26	TO	29	.59000E-02	.30181E+01
53	26	TO	28	.74500E-02	.31623E+01
54	28	TO	29	.13000E-02	.13300E+01
55	29	TO	31	.27150E-02	.30739E+01
56	29	TO	30	.59000E-02	.37985E+01
57	28	TO	30	.74500E-02	.31623E+01
58	30	TO	31	.13000E-02	.16600E+01
59	31	TO	33	.27150E-02	.30717E+01
60	30	TO	33	.59000E-02	.31623E+01
61	30	TO	32	.74500E-02	.31623E+01
62	32	TO	33	.74500E-02	.20000E+01
63	33	TO	34	.39050E-02	.28284E+01
64	32	TO	34	.74500E-02	.20000E+01
65	32	TO	35	.74500E-02	.20616E+01
66	34	TO	35	.13000E-02	.25000E+01

67	34	TO	36	.32650E-02	.20000E+01
68	35	TO	36	.13000E-02	.15000E+01
69	35	TO	37	.74500E-02	.20616E+01
70	35	TO	38	.13000E-02	.25000E+01
71	36	TO	38	.32650E-02	.20000E+01
72	37	TO	38	.13000E-02	.10000E+01
73	37	TO	39	.74500E-02	.20616E+01
74	38	TO	39	.13000E-02	.20616E+01
75	38	TO	40	.32650E-02	.20000E+01
76	39	TO	40	.13000E-02	.50000E+00
77	39	TO	41	.74500E-02	.20616E+01
78	40	TO	41	.32650E-02	.20000E+01

-----  
THERE ARE 4 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 15 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
1	8	.00000E+00	-.97000E+01
1	10	.00000E+00	-.24250E+02
1	12	.00000E+00	-.29100E+02
1	14	.00000E+00	-.29100E+02
1	16	.00000E+00	-.29100E+02
1	18	.00000E+00	-.29100E+02
1	20	.00000E+00	-.29100E+02
1	21	.00000E+00	-.29100E+02
1	23	.00000E+00	-.29100E+02
1	25	.00000E+00	-.29100E+02
1	27	.00000E+00	-.29100E+02
1	29	.00000E+00	-.29100E+02
1	31	.00000E+00	-.29100E+02
1	33	.00000E+00	-.24250E+02
1	34	.00000E+00	-.97000E+01

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 9 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
2	4	.24000E+02	.00000E+00
2	8	.16000E+02	-.48000E+01
2	10	.49500E+01	-.54700E+01
2	12	.30000E+00	-.13500E+01
2	14	.30000E+00	-.13500E+01
2	16	.30000E+00	-.13500E+01
2	18	.30000E+00	-.13500E+01
2	20	.30000E+00	-.13500E+01
2	21	.15000E+00	-.67000E+00

IN LOAD-SET 3 THERE ARE 8 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
3	8	.00000E+00	-.50000E+01
3	10	.00000E+00	-.16250E+02
3	12	.00000E+00	-.22500E+02
3	14	.00000E+00	-.22500E+02
3	16	.00000E+00	-.22500E+02
3	18	.00000E+00	-.22500E+02
3	20	.00000E+00	-.22500E+02
3	21	.00000E+00	-.11250E+02

IN LOAD-SET 4 THERE ARE 15 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
4	8	.00000E+00	-.50000E+01
4	10	.00000E+00	-.16250E+02
4	12	.00000E+00	-.22500E+02
4	14	.00000E+00	-.22500E+02
4	16	.00000E+00	-.22500E+02
4	18	.00000E+00	-.22500E+02

4	20	.00000E+00	-.22500E+02
4	21	.00000E+00	-.11250E+02
4	23	.00000E+00	-.22500E+02
4	25	.00000E+00	-.22500E+02
4	27	.00000E+00	-.22500E+02
4	29	.00000E+00	-.22500E+02
4	31	.00000E+00	-.22500E+02
4	33	.00000E+00	-.16250E+02
4	34	.00000E+00	-.50000E+01

\*\*\* EXAMPLE 10 \*\*\*

DEGREE OF FREEDOM = 78  
 WIDTH OF THE BAND = 8  
 TERMS IN K-MATRIX = 624  
 NO. OF LOAD CASES = 4

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.00000E+00
2	1	-.16496E-01	.10511E-02
3	1	-.16496E-01	.33479E-02
4	1	-.21479E-01	.21022E-02
5	1	-.21479E-01	.38174E-02
6	1	-.23357E-01	.31534E-02
7	1	-.23357E-01	.35108E-02
8	1	-.22432E-01	.42045E-02
9	1	-.22905E-01	.26217E-02
10	1	-.17804E-01	.21297E-02
11	1	-.20660E-01	-.75415E-02
12	1	-.14283E-01	-.77136E-02
13	1	-.16188E-01	-.22621E-01
14	1	-.95949E-02	-.22621E-01
15	1	-.11125E-01	-.39473E-01
16	1	-.58609E-02	-.39580E-01
17	1	-.54211E-02	-.56473E-01
18	1	-.21979E-02	-.56473E-01
19	1	-.61984E-04	-.72437E-01
20	1	.78209E-03	-.72473E-01
21	1	-.56095E-05	-.71602E-01
22	1	.48565E-04	-.72445E-01
23	1	-.79514E-03	-.72480E-01
24	1	.54076E-02	-.56481E-01
25	1	.21844E-02	-.56481E-01
26	1	.11112E-01	-.39481E-01
27	1	.58475E-02	-.39587E-01
28	1	.16175E-01	-.22628E-01
29	1	.95815E-02	-.22628E-01
30	1	.20647E-01	-.75465E-02
31	1	.14270E-01	-.77186E-02
32	1	.22894E-01	.26191E-02
33	1	.17792E-01	.21272E-02
34	1	.22421E-01	.42040E-02
35	1	.23348E-01	.35087E-02
36	1	.23348E-01	.31530E-02
37	1	.21472E-01	.38159E-02
38	1	.21472E-01	.21020E-02
39	1	.16492E-01	.33470E-02
40	1	.16492E-01	.10510E-02
41	1	.00000E+00	.00000E+00
1	2	.00000E+00	.00000E+00
2	2	.87925E-02	-.40338E-03
3	2	.87925E-02	-.20155E-02

4	2	.13628E-01	-.80676E-03
5	2	.13628E-01	-.30417E-02
6	2	.16817E-01	-.11168E-02
7	2	.16817E-01	-.36564E-02
8	2	.19484E-01	-.14268E-02
9	2	.19558E-01	-.42263E-02
10	2	.21622E-01	-.41542E-02
11	2	.20675E-01	-.70522E-02
12	2	.21713E-01	-.70628E-02
13	2	.21189E-01	-.79813E-02
14	2	.21366E-01	-.79813E-02
15	2	.21384E-01	-.79522E-02
16	2	.21102E-01	-.79560E-02
17	2	.21105E-01	-.64085E-02
18	2	.20503E-01	-.64085E-02
19	2	.20095E-01	-.26738E-02
20	2	.19412E-01	-.26755E-02
21	2	.16733E-01	.81613E-02
22	2	.17659E-01	.11346E-01
23	2	.17541E-01	.11346E-01
24	2	.17586E-01	.11538E-01
25	2	.17680E-01	.11538E-01
26	2	.17098E-01	.10483E-01
27	2	.17556E-01	.10482E-01
28	2	.16396E-01	.87832E-02
29	2	.17285E-01	.87832E-02
30	2	.15490E-01	.64722E-02
31	2	.17032E-01	.64731E-02
32	2	.14283E-01	.32569E-02
33	2	.16577E-01	.32110E-02
34	2	.14224E-01	.53940E-03
35	2	.11443E-01	.26253E-02
36	2	.11443E-01	.40455E-03
37	2	.83019E-02	.19186E-02
38	2	.83019E-02	.26970E-03
39	2	.48473E-02	.11334E-02
40	2	.48473E-02	.13485E-03
41	2	.00000E+00	.00000E+00

1	3	.00000E+00	.00000E+00
2	3	-.26109E-03	.30900E-03
3	3	-.26109E-03	-.23372E-03
4	3	.31458E-02	.61801E-03
5	3	.31458E-02	-.13844E-02
6	3	.77487E-02	.92701E-03
7	3	.77487E-02	-.28342E-02
8	3	.13176E-01	.12360E-02
9	3	.13034E-01	-.44544E-02
10	3	.19834E-01	-.46574E-02
11	3	.16427E-01	-.15741E-01
12	3	.22358E-01	-.15877E-01
13	3	.20401E-01	-.27405E-01
14	3	.24987E-01	-.27405E-01
15	3	.24058E-01	-.38116E-01
16	3	.26945E-01	-.38196E-01
17	3	.27400E-01	-.46500E-01
18	3	.28320E-01	-.46500E-01
19	3	.28895E-01	-.49344E-01
20	3	.28138E-01	-.49371E-01
21	3	.22508E-01	-.27851E-01
22	3	.28980E-01	-.68744E-02
23	3	.27560E-01	-.68744E-02
24	3	.31653E-01	.27021E-02
25	3	.30066E-01	.27021E-02

26	3	.32740E-01	.75246E-02
27	3	.31539E-01	.75224E-02
28	3	.33013E-01	.98915E-02
29	3	.32481E-01	.98915E-02
30	3	.32508E-01	.99280E-02
31	3	.33492E-01	.99315E-02
32	3	.30856E-01	.65177E-02
33	3	.33701E-01	.63425E-02
34	3	.30631E-01	.20561E-02
35	3	.25926E-01	.55844E-02
36	3	.25926E-01	.15421E-02
37	3	.19851E-01	.43647E-02
38	3	.19851E-01	.10280E-02
39	3	.12580E-01	.28459E-02
40	3	.12580E-01	.51402E-03
41	3	.00000E+00	.00000E+00

1	4	.00000E+00	.00000E+00
2	4	-.11434E-01	.74578E-03
3	4	-.11434E-01	.23054E-02
4	4	-.14689E-01	.14916E-02
5	4	-.14689E-01	.25661E-02
6	4	-.15732E-01	.22373E-02
7	4	-.15732E-01	.22738E-02
8	4	-.14787E-01	.29831E-02
9	4	-.15120E-01	.15676E-02
10	4	-.11221E-01	.12157E-02
11	4	-.13373E-01	-.60954E-02
12	4	-.86792E-02	-.62290E-02
13	4	-.10069E-01	-.17065E-01
14	4	-.53531E-02	-.17065E-01
15	4	-.64228E-02	-.29062E-01
16	4	-.27566E-02	-.29144E-01
17	4	-.23986E-02	-.40818E-01
18	4	-.28926E-03	-.40818E-01
19	4	.11255E-02	-.51073E-01
20	4	.14954E-02	-.51100E-01
21	4	-.38377E-05	-.46679E-01
22	4	-.11347E-02	-.51078E-01
23	4	-.15044E-02	-.51105E-01
24	4	.23893E-02	-.40823E-01
25	4	.28003E-03	-.40823E-01
26	4	.64138E-02	-.29067E-01
27	4	.27474E-02	-.29149E-01
28	4	.10060E-01	-.17070E-01
29	4	.53440E-02	-.17070E-01
30	4	.13365E-01	-.60988E-02
31	4	.86701E-02	-.62324E-02
32	4	.15112E-01	.15658E-02
33	4	.11212E-01	.12140E-02
34	4	.14779E-01	.29828E-02
35	4	.15726E-01	.22724E-02
36	4	.15726E-01	.22371E-02
37	4	.14685E-01	.25651E-02
38	4	.14685E-01	.14914E-02
39	4	.11431E-01	.23048E-02
40	4	.11431E-01	.74570E-03
41	4	.00000E+00	.00000E+00

-----

MEMBER	LOAD-SET	BAR-TENSION	AXIAL-STRESS	MEMBER-ENDS
--------	----------	-------------	--------------	-------------

1	1	.36035E+03	.11037E+06	1 2
2	1	-.57143E+03	-.76702E+05	1 3
3	1	-.87887E-04	-.67605E-01	2 3

4	1	.36035E+03	.11037E+06	2	4
5	1	.97509E-04	.75007E-01	3	4
6	1	-.57143E+03	-.76702E+05	3	5
7	1	-.79419E-03	-.61091E+00	4	5
8	1	.36035E+03	.11037E+06	4	6
9	1	.72587E-03	.55836E+00	4	7
10	1	-.57143E+03	-.76702E+05	5	7
11	1	-.14991E-04	-.11531E-01	6	7
12	1	.36035E+03	.11037E+06	6	8
13	1	-.85926E-03	-.66097E+00	7	8
14	1	-.57143E+03	-.76701E+05	7	9
15	1	-.37005E+03	-.49671E+05	8	9
16	1	.52333E+03	.13402E+06	8	10
17	1	-.38482E+03	-.51654E+05	9	10
18	1	-.53615E+03	-.71967E+05	9	11
19	1	.13702E+03	.23224E+05	10	11
20	1	.24580E+03	.90534E+05	10	12
21	1	-.28300E+02	-.21769E+05	11	12
22	1	-.26037E+03	-.34949E+05	11	13
23	1	-.16668E+03	-.28251E+05	11	14
24	1	.24597E+03	.90598E+05	12	14
25	1	.40642E-03	.31263E+00	13	14
26	1	-.26037E+03	-.34949E+05	13	15
27	1	.13202E+03	.22375E+05	14	15
28	1	-.23367E+02	-.35675E+04	14	16
29	1	-.29022E+02	-.22325E+05	15	16
30	1	.17639E+02	.23676E+04	15	17
31	1	-.15145E+03	-.25669E+05	15	18
32	1	-.23350E+02	-.35649E+04	16	18
33	1	.50854E-03	.39119E+00	17	18
34	1	.17638E+02	.23675E+04	17	19
35	1	.13316E+03	.22570E+05	18	19
36	1	-.29472E+03	-.39560E+05	18	20
37	1	-.29113E+02	-.22394E+05	19	20
38	1	.15711E+03	.21089E+05	19	21
39	1	-.29472E+03	-.39560E+05	20	21
40	1	-.29482E+03	-.39574E+05	21	23
41	1	.15722E+03	.21103E+05	21	22
42	1	-.29110E+02	-.22393E+05	22	23
43	1	-.29482E+03	-.39573E+05	23	25
44	1	.13319E+03	.22575E+05	22	25
45	1	.17715E+02	.23778E+04	22	24
46	1	-.42241E-03	-.32493E+00	24	25
47	1	-.23402E+02	-.35728E+04	25	27
48	1	-.15147E+03	-.25673E+05	25	26
49	1	.17716E+02	.23779E+04	24	26
50	1	-.29022E+02	-.22324E+05	26	27
51	1	-.23418E+02	-.35753E+04	27	29
52	1	.13202E+03	.22376E+05	26	29
53	1	-.26031E+03	-.34941E+05	26	28
54	1	-.23111E-04	-.17778E-01	28	29
55	1	.24593E+03	.90582E+05	29	31
56	1	-.16669E+03	-.28252E+05	29	30
57	1	-.26031E+03	-.34941E+05	28	30
58	1	-.28300E+02	-.21769E+05	30	31
59	1	.24576E+03	.90518E+05	31	33
60	1	.13703E+03	.23225E+05	30	33
61	1	-.53610E+03	-.71960E+05	30	32
62	1	-.38479E+03	-.51650E+05	32	33
63	1	.52328E+03	.13400E+06	33	34
64	1	-.37001E+03	-.49666E+05	32	34
65	1	-.57138E+03	-.76695E+05	32	35
66	1	-.13498E-02	-.10383E+01	34	35
67	1	.36031E+03	.11036E+06	34	36

68	1	-.19526E-03	-.15020E+00	35	36
69	1	-.57138E+03	-.76696E+05	35	37
70	1	.56702E-03	.43617E+00	35	38
71	1	.36031E+03	.11036E+06	36	38
72	1	-.11687E-02	-.89899E+00	37	38
73	1	-.57138E+03	-.76696E+05	37	39
74	1	.17240E-02	.13261E+01	38	39
75	1	.36031E+03	.11036E+06	38	40
76	1	.20203E-03	.15541E+00	39	40
77	1	-.57138E+03	-.76695E+05	39	41
78	1	.36031E+03	.11036E+06	40	41
1	2	-.13829E+03	-.42355E+05	1	2
2	2	.13442E+03	.18043E+05	1	3
3	2	-.10924E-03	-.84031E-01	2	3
4	2	-.13829E+03	-.42355E+05	2	4
5	2	-.69634E-04	-.53565E-01	3	4
6	2	.13442E+03	.18043E+05	3	5
7	2	.86736E-03	.66720E+00	4	5
8	2	-.10629E+03	-.32554E+05	4	6
9	2	-.40000E+02	-.30770E+05	4	7
10	2	.13442E+03	.18043E+05	5	7
11	2	.18299E-04	.14076E-01	6	7
12	2	-.10629E+03	-.32554E+05	6	8
13	2	.20000E+02	.15385E+05	7	8
14	2	.84944E+02	.11402E+05	7	9
15	2	.57489E+02	.77167E+04	8	9
16	2	-.12090E+03	-.30960E+05	8	10
17	2	.56379E+02	.75677E+04	9	10
18	2	.82312E+02	.11049E+05	9	11
19	2	.71307E+01	.12086E+04	10	11
20	2	-.99529E+02	-.36659E+05	10	12
21	2	-.17406E+01	-.13390E+04	11	12
22	2	.96027E+02	.12890E+05	11	13
23	2	-.79092E+01	-.13405E+04	11	14
24	2	-.99906E+02	-.36798E+05	12	14
25	2	.15332E-03	.11794E+00	13	14
26	2	.96027E+02	.12890E+05	13	15
27	2	.61533E+01	.10429E+04	14	15
28	2	-.11288E+03	-.17234E+05	14	16
29	2	-.10482E+01	-.80628E+03	15	16
30	2	.11044E+03	.14824E+05	15	17
31	2	-.86391E+01	-.14643E+04	15	18
32	2	-.11311E+03	-.17268E+05	16	18
33	2	.62173E-03	.47825E+00	17	18
34	2	.11044E+03	.14824E+05	17	19
35	2	.64846E+01	.10991E+04	18	19
36	2	-.12784E+03	-.17160E+05	18	20
37	2	-.14176E+01	-.10905E+04	19	20
38	2	.11723E+03	.15735E+05	19	21
39	2	-.12815E+03	-.17201E+05	20	21
40	2	.47877E+02	.64264E+04	21	23
41	2	-.64018E+02	-.85930E+04	21	22
42	2	.13245E-02	.10189E+01	22	23
43	2	.47877E+02	.64264E+04	23	25
44	2	-.12454E-01	-.21109E+01	22	25
45	2	-.64005E+02	-.85913E+04	22	24
46	2	-.20743E-03	-.15956E+00	24	25
47	2	.47343E+02	.72279E+04	25	27
48	2	.54285E+00	.92008E+02	25	26
49	2	-.64005E+02	-.85913E+04	24	26
50	2	-.15445E+00	-.11881E+03	26	27
51	2	.47376E+02	.72329E+04	27	29
52	2	.11417E+00	.19351E+02	26	29



53	2	-.63625E+02	-.85403E+04	26	28
54	2	.21472E-03	.16517E+00	28	29
55	2	.47560E+02	.17517E+05	29	31
56	2	-.85492E-01	-.14490E+02	29	30
57	2	-.63624E+02	-.85402E+04	28	30
58	2	.15466E+00	.11897E+03	30	31
59	2	.47526E+02	.17505E+05	31	33
60	2	-.19634E+00	-.33277E+02	30	33
61	2	-.63498E+02	-.85233E+04	30	32
62	2	-.35957E+02	-.48264E+04	32	33
63	2	.65379E+02	.16742E+05	33	34
64	2	-.46230E+02	-.62054E+04	32	34
65	2	-.57762E+02	-.77532E+04	32	35
66	2	-.58822E-03	-.45248E+00	34	35
67	2	.46230E+02	.14159E+05	34	36
68	2	.19015E-03	.14627E+00	35	36
69	2	-.57762E+02	-.77533E+04	35	37
70	2	.34755E-03	.26735E+00	35	38
71	2	.46230E+02	.14159E+05	36	38
72	2	-.26809E-03	-.20623E+00	37	38
73	2	-.57762E+02	-.77533E+04	37	39
74	2	.49557E-03	.38121E+00	38	39
75	2	.46230E+02	.14159E+05	38	40
76	2	.22420E-03	.17246E+00	39	40
77	2	-.57762E+02	-.77533E+04	39	41
78	2	.46230E+02	.14159E+05	40	41
1	3	.10593E+03	.32445E+05	1	2
2	3	-.22013E+03	-.29548E+05	1	3
3	3	.36275E-06	.27904E-03	2	3
4	3	.10593E+03	.32445E+05	2	4
5	3	-.16197E-04	-.12459E-01	3	4
6	3	-.22013E+03	-.29548E+05	3	5
7	3	.18556E-03	.14274E+00	4	5
8	3	.10593E+03	.32445E+05	4	6
9	3	-.11015E-03	-.84730E-01	4	7
10	3	-.22013E+03	-.29548E+05	5	7
11	3	.20340E-04	.15646E-01	6	7
12	3	.10593E+03	.32445E+05	6	8
13	3	.15409E-03	.11853E+00	7	8
14	3	-.22013E+03	-.29548E+05	7	9
15	3	-.11094E+03	-.14891E+05	8	9
16	3	.15688E+03	.40175E+05	8	10
17	3	-.15878E+03	-.21313E+05	9	10
18	3	-.17322E+03	-.23250E+05	9	11
19	3	.10669E+03	.18083E+05	10	11
20	3	.99528E+01	.36659E+04	10	12
21	3	-.22467E+02	-.17283E+05	11	12
22	3	.40486E+02	.54343E+04	11	13
23	3	-.12855E+03	-.21787E+05	11	14
24	3	.99613E+01	.36690E+04	12	14
25	3	.48253E-03	.37118E+00	13	14
26	3	.40489E+02	.54347E+04	13	15
27	3	.10163E+03	.17226E+05	14	15
28	3	-.19758E+03	-.30164E+05	14	16
29	3	-.21855E+02	-.16812E+05	15	16
30	3	.25684E+03	.34475E+05	15	17
31	3	-.11912E+03	-.20190E+05	15	18
32	3	-.19743E+03	-.30143E+05	16	18
33	3	.79469E-03	.61130E+00	17	18
34	3	.25684E+03	.34475E+05	17	19
35	3	.10296E+03	.17450E+05	18	19
36	3	-.40920E+03	-.54926E+05	18	20
37	3	-.22508E+02	-.17314E+05	19	20

38	3	.36468E+03	.48950E+05	19	21
39	3	-.40920E+03	-.54926E+05	20	21
40	3	.18239E+03	.24482E+05	21	23
41	3	-.24392E+03	-.32741E+05	21	22
42	3	-.99718E-03	-.76706E+00	22	23
43	3	.18239E+03	.24482E+05	23	25
44	3	.64772E-02	.10978E+01	22	25
45	3	-.24392E+03	-.32742E+05	22	24
46	3	-.59811E-03	-.46008E+00	24	25
47	3	.18044E+03	.27548E+05	25	27
48	3	.20387E+01	.34554E+03	25	26
49	3	-.24393E+03	-.32742E+05	24	26
50	3	-.58711E+00	-.45162E+03	26	27
51	3	.18056E+03	.27567E+05	27	29
52	3	.44304E+00	.75091E+02	26	29
53	3	-.24251E+03	-.32552E+05	26	28
54	3	.61494E-03	.47303E+00	28	29
55	3	.18129E+03	.66772E+05	29	31
56	3	-.33311E+00	-.56460E+02	29	30
57	3	-.24251E+03	-.32551E+05	28	30
58	3	.58963E+00	.45356E+03	30	31
59	3	.18116E+03	.66725E+05	31	33
60	3	-.74572E+00	-.12639E+03	30	33
61	3	-.24204E+03	-.32489E+05	30	32
62	3	-.13706E+03	-.18397E+05	32	33
63	3	.24921E+03	.63818E+05	33	34
64	3	-.17622E+03	-.23654E+05	32	34
65	3	-.22017E+03	-.29554E+05	32	35
66	3	-.11568E-02	-.88987E+00	34	35
67	3	.17622E+03	.53972E+05	34	36
68	3	.69737E-04	.53644E-01	35	36
69	3	-.22018E+03	-.29554E+05	35	37
70	3	.77011E-03	.59240E+00	35	38
71	3	.17622E+03	.53972E+05	36	38
72	3	-.73189E-03	-.56299E+00	37	38
73	3	-.22018E+03	-.29554E+05	37	39
74	3	.13777E-02	.10597E+01	38	39
75	3	.17622E+03	.53972E+05	38	40
76	3	.15572E-03	.11978E+00	39	40
77	3	-.22018E+03	-.29554E+05	39	41
78	3	.17622E+03	.53972E+05	40	41

1	4	.25567E+03	.78307E+05	1	2
2	4	-.40721E+03	-.54660E+05	1	3
3	4	-.12189E-03	-.93763E-01	2	3
4	4	.25567E+03	.78307E+05	2	4
5	4	.67257E-04	.51736E-01	3	4
6	4	-.40721E+03	-.54660E+05	3	5
7	4	-.11127E-02	-.85593E+00	4	5
8	4	.25567E+03	.78306E+05	4	6
9	4	.29516E-03	.22705E+00	4	7
10	4	-.40721E+03	-.54660E+05	5	7
11	4	.53287E-04	.40990E-01	6	7
12	4	.25567E+03	.78307E+05	6	8
13	4	-.34612E-03	-.26625E+00	7	8
14	4	-.40721E+03	-.54659E+05	7	9
15	4	-.26067E+03	-.34989E+05	8	9
16	4	.36864E+03	.94403E+05	8	10
17	4	-.27524E+03	-.36946E+05	9	10
18	4	-.37887E+03	-.50856E+05	9	11
19	4	.10605E+03	.17975E+05	10	11
20	4	.16389E+03	.60364E+05	10	12
21	4	-.21967E+02	-.16897E+05	11	12
22	4	-.16557E+03	-.22224E+05	11	13

23	4	-.12883E+03	-.21835E+05	11	14
24	4	.16400E+03	.60406E+05	12	14
25	4	.26030E-03	.20023E+00	13	14
26	4	-.16557E+03	-.22224E+05	13	15
27	4	.10201E+03	.17290E+05	14	15
28	4	-.44145E+02	-.67397E+04	14	16
29	4	-.22356E+02	-.17197E+05	15	16
30	4	.49584E+02	.66555E+04	15	17
31	4	-.11739E+03	-.19897E+05	15	18
32	4	-.44114E+02	-.67349E+04	16	18
33	4	.42034E-03	.32334E+00	17	18
34	4	.49584E+02	.66556E+04	17	19
35	4	.10296E+03	.17451E+05	18	19
36	4	-.25422E+03	-.34123E+05	18	20
37	4	-.22503E+02	-.17310E+05	19	20
38	4	.15742E+03	.21131E+05	19	21
39	4	-.25422E+03	-.34123E+05	20	21
40	4	-.25429E+03	-.34132E+05	21	23
41	4	.15749E+03	.21140E+05	21	22
42	4	-.22505E+02	-.17311E+05	22	23
43	4	-.25429E+03	-.34132E+05	23	25
44	4	.10298E+03	.17454E+05	22	25
45	4	.49636E+02	.66626E+04	22	24
46	4	.43722E-03	.33632E+00	24	25
47	4	-.44149E+02	-.67404E+04	25	27
48	4	-.11741E+03	-.19899E+05	25	26
49	4	.49636E+02	.66626E+04	24	26
50	4	-.22356E+02	-.17197E+05	26	27
51	4	-.44181E+02	-.67451E+04	27	29
52	4	.10201E+03	.17290E+05	26	29
53	4	-.16553E+03	-.22219E+05	26	28
54	4	-.87401E-04	-.67232E-01	28	29
55	4	.16397E+03	.60395E+05	29	31
56	4	-.12883E+03	-.21836E+05	29	30
57	4	-.16553E+03	-.22219E+05	28	30
58	4	-.21967E+02	-.16897E+05	30	31
59	4	.16386E+03	.60353E+05	31	33
60	4	.10606E+03	.17975E+05	30	33
61	4	-.37884E+03	-.50851E+05	30	32
62	4	-.27523E+03	-.36943E+05	32	33
63	4	.36861E+03	.94393E+05	33	34
64	4	-.26064E+03	-.34986E+05	32	34
65	4	-.40718E+03	-.54655E+05	32	35
66	4	-.74743E-03	-.57494E+00	34	35
67	4	.25564E+03	.78298E+05	34	36
68	4	.43660E-04	.33585E-01	35	36
69	4	-.40718E+03	-.54655E+05	35	37
70	4	.46467E-03	.35744E+00	35	38
71	4	.25564E+03	.78298E+05	36	38
72	4	-.16532E-03	-.12717E+00	37	38
73	4	-.40718E+03	-.54655E+05	37	39
74	4	.11923E-02	.91718E+00	38	39
75	4	.25564E+03	.78298E+05	38	40
76	4	-.11742E-04	-.90324E-02	39	40
77	4	-.40718E+03	-.54655E+05	39	41
78	4	.25564E+03	.78298E+05	40	41

JOINT	LOAD-SET	HORIZ-FORCE	VERT-FORCE
1	1	.13859E+03	.19401E+03
2	1	.87887E-04	-.30518E-04
3	1	-.28992E-03	-.10376E-02
4	1	.33502E-03	-.61893E-04
5	1	-.71716E-03	.30518E-03

6	1	.14991E-04	-.91553E-04
7	1	-.54932E-03	-.54932E-03
8	1	-.21362E-02	-.97005E+01
9	1	-.10986E-02	.12817E-02
10	1	.64087E-03	-.24250E+02
11	1	-.32043E-03	-.76294E-05
12	1	.91553E-04	-.29100E+02
13	1	.76294E-03	-.15259E-03
14	1	-.15259E-04	-.29100E+02
15	1	-.20599E-02	-.93079E-03
16	1	-.60844E-03	-.29099E+02
17	1	.56839E-03	-.31900E-03
18	1	-.79346E-03	-.29098E+02
19	1	-.68665E-03	.25024E-02
20	1	.39673E-03	-.29113E+02
21	1	-.56458E-03	-.29099E+02
22	1	-.93269E-03	-.52652E-02
23	1	-.12207E-02	-.29110E+02
24	1	-.98419E-03	.75102E-03
25	1	-.32043E-03	-.29102E+02
26	1	.19073E-02	.62561E-03
27	1	.17357E-03	-.29098E+02
28	1	-.12665E-02	.45013E-03
29	1	.15259E-04	-.29101E+02
30	1	-.22278E-02	.10681E-03
31	1	-.10681E-03	-.29100E+02
32	1	.20752E-02	-.48828E-03
33	1	.94604E-03	-.24251E+02
34	1	-.32513E-02	-.97002E+01
35	1	.94153E-03	.45362E-03
36	1	-.19526E-03	.24414E-03
37	1	.12054E-02	-.12207E-03
38	1	-.41034E-03	.00000E+00
39	1	-.86975E-03	-.61035E-03
40	1	.20203E-03	.12207E-03
41	1	-.13858E+03	.19401E+03

1	2	-.32602E+02	.78801E+01
2	2	.10924E-03	.00000E+00
3	2	-.68665E-04	.28992E-03
4	2	.23999E+02	-.34332E-04
5	2	.88882E-03	.91553E-04
6	2	-.18299E-04	.68665E-04
7	2	.15450E-03	-.21362E-03
8	2	.15998E+02	-.48004E+01
9	2	.33951E-02	-.39101E-03
10	2	.49511E+01	-.54691E+01
11	2	.10633E-03	.13208E-03
12	2	.29964E+00	-.13497E+01
13	2	-.27466E-03	-.24414E-03
14	2	.30123E+00	-.13502E+01
15	2	.22759E-02	.29421E-03
16	2	.29873E+00	-.13497E+01
17	2	.21515E-02	.99182E-04
18	2	.30061E+00	-.13497E+01
19	2	.38910E-03	.17548E-03
20	2	.29977E+00	-.13506E+01
21	2	.15100E+00	-.66974E+00
22	2	.39291E-03	.12665E-02
23	2	.15640E-03	.12894E-02
24	2	.37766E-03	.82016E-04
25	2	.11064E-02	.80192E-03
26	2	.53787E-03	-.53978E-03
27	2	.25940E-03	-.37956E-03

28	2	-.45013E-03	-.64850E-04
29	2	.15289E-02	.34107E-03
30	2	-.77820E-03	-.29373E-03
31	2	-.27466E-03	.95367E-06
32	2	-.40245E-03	-.29755E-03
33	2	.49210E-03	-.63324E-03
34	2	-.90225E-03	.72479E-04
35	2	.55638E-04	.34289E-03
36	2	.19015E-03	.41962E-04
37	2	.30804E-03	-.16022E-03
38	2	.60628E-04	-.57220E-04
39	2	-.43297E-03	-.12589E-03
40	2	.22420E-03	.15259E-04
41	2	-.14009E+02	.98071E+01

1	3	.53389E+02	.10762E+03
2	3	-.36275E-06	.00000E+00
3	3	-.38147E-05	.15259E-04
4	3	-.11554E-03	-.34332E-05
5	3	.17166E-03	-.61035E-04
6	3	-.20340E-04	-.76294E-05
7	3	.17929E-03	.32043E-03
8	3	.10147E-02	-.50000E+01
9	3	.19226E-02	.38147E-05
10	3	.80109E-04	-.16250E+02
11	3	.88501E-03	.12207E-03
12	3	-.14715E-02	-.22500E+02
13	3	-.25940E-02	-.13475E-02
14	3	.10681E-02	-.22500E+02
15	3	.35629E-02	-.30136E-03
16	3	-.16632E-02	-.22498E+02
17	3	.38757E-02	.50354E-03
18	3	.30823E-02	-.22498E+02
19	3	-.33569E-02	.20599E-03
20	3	.18311E-02	-.22508E+02
21	3	.77820E-03	-.11250E+02
22	3	-.80872E-03	-.14496E-03
23	3	-.19836E-03	-.94986E-03
24	3	.13428E-02	.15259E-03
25	3	.82099E-03	.11508E-02
26	3	.48828E-03	-.73242E-03
27	3	.23193E-02	-.19455E-03
28	3	-.18005E-02	-.15259E-04
29	3	-.43505E-03	.19281E-02
30	3	.61035E-04	-.13809E-02
31	3	.00000E+00	-.13351E-03
32	3	-.41580E-03	-.76294E-04
33	3	.91553E-03	-.22583E-02
34	3	-.15028E-02	.42725E-03
35	3	.36954E-03	.72290E-03
36	3	.69737E-04	.30518E-04
37	3	.88882E-03	-.62561E-03
38	3	.64317E-04	.00000E+00
39	3	-.59509E-03	-.93079E-03
40	3	.15572E-03	.61035E-04
41	3	-.53400E+02	.37383E+02

1	4	.98764E+02	.13938E+03
2	4	.12189E-03	-.15259E-04
3	4	-.76294E-04	.61035E-04
4	4	.91930E-03	.38528E-04
5	4	-.11292E-02	-.61035E-04
6	4	-.53287E-04	-.45776E-04
7	4	-.22888E-03	-.48828E-03

8	4	.61035E-04	-.50000E+01
9	4	-.26245E-02	.24414E-03
10	4	-.44250E-03	-.16250E+02
11	4	.57983E-03	-.76294E-04
12	4	.25940E-03	-.22500E+02
13	4	.64087E-03	-.49591E-04
14	4	.53406E-04	-.22500E+02
15	4	-.10834E-02	.74387E-03
16	4	-.57602E-03	-.22500E+02
17	4	-.38910E-03	-.54932E-03
18	4	-.11292E-02	-.22499E+02
19	4	.65613E-03	-.38490E-02
20	4	.30518E-03	-.22503E+02
21	4	-.67139E-03	-.11249E+02
22	4	-.43106E-03	-.63906E-02
23	4	.64087E-03	-.22505E+02
24	4	-.76294E-04	-.41199E-03
25	4	-.19455E-02	-.22500E+02
26	4	-.10681E-03	.17433E-02
27	4	.53406E-04	-.22499E+02
28	4	.45776E-03	-.68665E-04
29	4	-.37384E-03	-.22501E+02
30	4	-.30518E-03	-.13733E-03
31	4	-.30518E-04	-.22500E+02
32	4	-.83923E-03	.61035E-04
33	4	.15259E-03	-.16251E+02
34	4	-.44846E-03	-.49999E+01
35	4	.29340E-03	.31070E-03
36	4	.43660E-04	.15259E-03
37	4	.12207E-03	.18311E-03
38	4	.40267E-03	-.76294E-04
39	4	-.33569E-03	-.91553E-03
40	4	-.11742E-04	.30518E-04
41	4	-.98756E+02	.13938E+03

-----  
 -----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX10.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX10  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID  
 -----  
 -----

#### 4. ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΜΕ Η/Υ

##### 4.1 Το μέλος του επιπέδου πλαισίου - Γενικά [Βιβλιογραφία : Κοντονή, 1995]

Στο επίπεδο πλαίσιο κάθε κόμβος έχει τρεις βαθμούς ελευθερίας. Οι τρεις αυτοί βαθμοί ελευθερίας αντιπροσωπεύουν κατά σειρά, τις δύο μετακινήσεις του κόμβου κατά τους άξονες  $x$  και  $y$  ενός γενικού συστήματος συντεταγμένων, που εκλέχθηκε τυχαία για την ανάλυση της κατασκευής και την στροφή του κόμβου, λογιζόμενη θετική όταν είναι δεξιόστροφη (δηλαδή κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού). Στον κάθε κόμβο μπορούν να δρουν τρία εντατικά μεγέθη. Τα δύο πρώτα είναι οι δυνάμεις  $H$  και  $V$  κατά τις διευθύνσεις των αξόνων  $x$  και  $y$  αντίστοιχα του γενικού συστήματος συντεταγμένων. Το τρίτο είναι η ροπή  $M$ , λογιζόμενη θετική όταν είναι δεξιόστροφη (δηλαδή κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού).

Κάθε μέλος ενός επιπέδου πλαισίου συνδέει δύο κόμβους. Το μέλος μεταφέρει τρία εσωτερικά εντατικά μεγέθη. Τα μεγέθη αυτά είναι κατά σειρά η αξονική δύναμη και οι δύο καμπτικές ροπές στα άκρα του μέλους, λογιζόμενες θετικές αν είναι δεξιόστροφες. Επίσης κάθε μέλος μεταφέρει τρία εσωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη. Τα μεγέθη αυτά είναι κατά σειρά η παραμόρφωση του μέλους (επιμήκυνση ή βράχυνση) και οι δύο στροφές στα άκρα του μέλους, λογιζόμενες θετικές αν είναι δεξιόστροφες. Οι στροφές αυτές είναι οι γωνίες που σχηματίζουν οι εφαπτόμενες της ελαστικής γραμμής στα δύο άκρα του μέλους, με την ευθεία που ορίζουν τα άκρα του μέλους στην απαραμόρφωτη κατάστασή του.

#### 42 Το διάνυσμα της επικόμβιας φορτίσεως του μέλους [Βιβλιογραφία : Κοντονή 1995]

Έστω ότι το μέλος AB συνδέει τους κόμβους A και B. Στον κόμβο A μπορούν να δρουν οι δυνάμεις  $H_A$ ,  $V_A$  κατά τις διευθύνσεις των αξόνων του γενικού συστήματος συντεταγμένων και η ροπή  $M_A$ . Στον κόμβο B μπορούν να δρουν οι δυνάμεις  $H_B$ ,  $V_B$  και η ροπή  $M_B$ . Τα  $H_A$ ,  $V_A$ ,  $H_B$ ,  $V_B$  θεωρούνται θετικά αν διευθύνονται κατά τις θετικές διευθύνσεις των αξόνων του γενικού συστήματος συντεταγμένων και οι ροπές  $M_A$ ,  $M_B$  θεωρούνται θετικές αν είναι δεξιόστροφες. Τα έξι μεγέθη  $H_A$ ,  $V_A$ ,  $M_A$ ,  $H_B$ ,  $V_B$ ,  $M_B$  συνιστούν το διάνυσμα  $\{W\}$  της επικόμβιας φορτίσεως του μέλους.

$$\{W\} = \begin{bmatrix} H_A \\ V_A \\ M_A \\ H_B \\ V_B \\ M_B \end{bmatrix}$$

#### 43 Το διάνυσμα των εσωτερικών εντατικών μεγεθών του μέλους

[Βιβλιογραφία : Κοντονή 1995]

Στο επίπεδο πλαίσιο κάθε μέλος μεταφέρει τρία εσωτερικά εντατικά μεγέθη. Τα μεγέθη αυτά είναι κατά σειρά η αξονική δύναμη  $T$  και οι δύο καμπτικές ροπές  $M_{AB}$  και  $M_{BA}$  στα άκρα A και B αντίστοιχα του μέλους AB. Οι καμπτικές ροπές  $M_{AB}$  και  $M_{BA}$  λογίζονται θετικές αν είναι δεξιόστροφες και η αξονική δύναμη  $T$  λογίζεται θετική αν προξενεί εφελκυσμό στο μέλος.

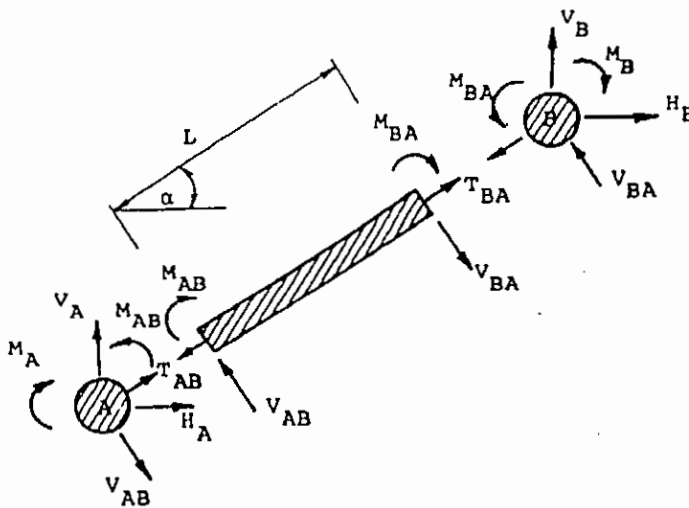
Τα τρία μεγέθη  $T$ ,  $M_{AB}$ ,  $M_{BA}$  συνιστούν το διάνυσμα  $\{SR\}$  των εσωτερικών εντατικών μεγεθών του μέλους.



$$\{SR\} = \begin{bmatrix} T \\ M_{AB} \\ M_{BA} \end{bmatrix}$$

#### 4.4 Εξισώσεις ισορροπίας [Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]

Στο σχήμα 4.1 φαίνεται ένα τυχαίο μέλος AB ενός επιπέδου πλαισίου και οι δύο κόμβοι A και B που συνδέει. Επίσης φαίνονται τα επικόμβια φορτία και τα εσωτερικά εντατικά μεγέθη του μέλους, με τις θετικές τους διευθύνσεις και φορές.



Σχήμα 4.1: Ισορροπία μέλους AB και κόμβων A και B

Οι εξισώσεις ισορροπίας γράφονται σε μητρωϊκή μορφή :

$$\begin{bmatrix} H_A \\ V_A \\ M_A \\ H_B \\ V_B \\ M_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\cos\alpha & \frac{\sin\alpha}{L} & \frac{\sin\alpha}{L} \\ -\sin\alpha & -\frac{\cos\alpha}{L} & -\frac{\cos\alpha}{L} \\ 0 & 1 & 0 \\ \cos\alpha & -\frac{\sin\alpha}{L} & -\frac{\sin\alpha}{L} \\ \sin\alpha & \frac{\cos\alpha}{L} & \frac{\cos\alpha}{L} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} T \\ M_{AB} \\ M_{BA} \end{bmatrix}$$

Ή αν ληφθούν υπ' όψη οι προηγούμενοι συμβολισμοί η πιο πάνω μητρωϊκή σχέση γράφεται :

$$\{W\} = [A] \{SR\}$$

Το στατικό μητρώο  $[A]$  για την περίπτωση του μέλους του επιπέδου πλαισίου έχει διαστάσεις (6 X 3).

#### 4.5 Το διάνυσμα των εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών του μέλους

*[Βιβλιογραφία : Κοττονή 1995]*

Κάθε μέλος ενός επιπέδου πλαισίου μεταφέρει τρία εσωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη. Αυτά, τα μεγέθη είναι κατά σειρά η αξονική επιμήκυνση ή βράχυνση του μέλους  $e$  και οι δύο στροφές  $\varphi_{AB}$  και  $\varphi_{BA}$  στα άκρα  $A$  και  $B$  του μέλους αντίστοιχα. Επαναλαμβάνουμε ότι οι στροφές αυτές είναι οι γωνίες που σχηματίζουν οι εφαπτόμενες της ελαστικής γραμμής στα δύο άκρα του μέλους, με την ευθεία που ορίζουν τα δύο άκρα του μέλους στην απαραμόρφωτη κατάστασή του. Το  $e$  θεωρείται θετικό αν

αντιπροσωπεύει επιμήκυνση και οι στροφές  $\varphi_{AB}$  και  $\varphi_{BA}$  θεωρούνται θετικές αν είναι δεξιόστροφες.

Τα τρία μεγέθη  $e$ ,  $\varphi_{AB}$ ,  $\varphi_{BA}$  συνιστούν το διάνυσμα  $\{SE\}$  των εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών του μέλους.

$$\{SE\} = \begin{bmatrix} e \\ \varphi_{AB} \\ \varphi_{BA} \end{bmatrix}$$

#### 4.6 Σχέση μεταξύ μητρώων $\{SR\}$ και $\{SE\}$ [Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]

Στην περίπτωση του επιπέδου δικτυώματος η σχέση μεταξύ των μητρώων  $\{SR\}$  και  $\{SE\}$  είναι απλώς ο νόμος του Hooke για εφελκυσμένη ράβδο. Στην περίπτωση του μέλους του επιπέδου πλαισίου η σχέση αυτή γίνεται ελαφρώς συνθετότερη γιατί εδώ θα πρέπει να σχετισθούν οι ακραίες καμπτικές ροπές  $M_{AB}$  και  $M_{BA}$ , με τις στροφές  $\varphi_{AB}$  και  $\varphi_{BA}$  που προκαλούν.

Η μητρωϊκή σχέση μεταξύ των μητρώων  $\{SR\}$  και  $\{SE\}$  είναι:

$$\begin{bmatrix} T \\ M_{AB} \\ M_{BA} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{4EI}{L} & \frac{2EI}{L} \\ 0 & \frac{2EI}{L} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} e \\ \varphi_{AB} \\ \varphi_{BA} \end{bmatrix}$$

όπου:  $E$ : το μέτρο ελαστικότητας του υλικού

$A$ : το εμβαδόν της διατομής

$I$ : η ροπή αδρανείας

$L$ : το μήκος του μέλους

Φυσικά τα μεγέθη  $E, A, I$  θεωρούνται σταθερά από το άκρο  $A$  ως το άκρο  $B$  του μέλους  $AB$ .

Η προηγούμενη μητρώϊκή σχέση, αν λάβουμε υπόψη τους συμβολισμούς που τέθηκαν, γράφεται :

$$\{SR\} = [S] \{SE\}$$

Παρατηρούμε εδώ ότι το μητρώο  $[S]$ , ενώ στην περίπτωση του επιπέδου δικτυώματος περιλαμβάνει μόνο ένα στοιχείο, το  $EA/L$ , στην περίπτωση του επιπέδου πλαισίου περιλαμβάνει εννέα στοιχεία και έχει διαστάσεις  $(3 \times 3)$ .

#### 4.7 Το διάνυσμα των επικομβίων μετακινήσεων του μέλους

*[Βιβλιογραφία : Κοντονή 1995]*

Έστω ότι το μέλος  $AB$  συνδέει τους κόμβους  $A$  και  $B$ . Στον κόμβο  $A$  αντιστοιχούν οι μετακινήσεις  $X_A, Y_A$  και η στροφή  $\theta_A$ . Στον κόμβο  $B$  αντιστοιχούν οι μετακινήσεις  $X_B, Y_B$  και η στροφή  $\theta_B$ . Οι μετακινήσεις  $X_A, Y_A ; X_B, Y_B$  θεωρούνται θετικές αν διευθύνονται κατά τις θετικές διευθύνσεις των αξόνων του γενικού συστήματος συντεταγμένων και οι στροφές  $\theta_A ; \theta_B$  θεωρούνται θετικές αν είναι δεξιόστροφες. Τα έξι μεγέθη  $X_A, Y_A, \theta_A ; X_B, Y_B, \theta_B$  συνιστούν το διάνυσμα  $\{X\}$  των επικομβίων μετακινήσεων του μέλους.

Εδώ ο όρος μετακίνηση χρησιμοποιείται με την ευρύτερη έννοιά του, ώστε να συμπεριλάβει και την στροφή του κόμβου. Γενικά ο όρος μετακίνηση θα χρησιμοποιείται στα επόμενα για να συμπεριλάβει όλους τους βαθμούς ελευθερίας ενός κόμβου.

$$\{X\} = \begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \\ \theta_A \\ X_B \\ Y_B \\ \theta_B \end{bmatrix}$$

#### 4.8 Εξισώσεις συμβιβαστού *[Βιβλιογραφία : Κοντονή, 1995]*

Οι εξισώσεις συμβιβαστού συνδέουν τα εσωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη του μέλους AB με τις μετακινήσεις των κόμβων A και B.

Αν οι έξι μετακινήσεις των κόμβων συμβούν ταυτόχρονα και έχοντας κάνει δεκτή την γνωστή παραδοχή της κλασικής στατικής των μικρών παραμορφώσεων, τότε υπερθέτοντας βρίσκουμε την παρακάτω μητρωϊκή σχέση :

$$\{SE\} = [A]^T \{X\}$$

Παρατηρούμε ότι και εδώ τα εσωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη του μέλους συνδέονται με τις επικόμβιες μετακινήσεις, με το ανάστροφο του στατικού μητρώου [A].

#### 4.9 Το μητρώο δυσκαμψίας του μέλους επιπέδου πλαισίου

*[Βιβλιογραφία : Κοντονή, 1995]*

Ανακεφαλαιώνοντας έχουμε :

$$\text{Εξισώσεις ισορροπίας: } \{W\} = [A] \{SR\} \quad (1)$$

$$\text{Σχέση εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών με εσωτερικά εντατικά μεγέθη: } \{SR\} = [S] \{SE\} \quad (2)$$

$$\text{Εξισώσεις συμβιβαστού } \{SE\} = [A]^T \{X\} \quad (3)$$

Συνδυάζοντας τις (1), (2), (3) βρίσκουμε :

$$\{W\} = [A] [S] [A]^T \{X\}$$

ή ισοδύναμα

$$\{W\} = [K] \{X\} \quad (4)$$

όπου

$$[K] = [A] [S] [A]^T \quad (5)$$

Το συμμετρικό μητρώο  $[K]$  που δίδεται από τη σχέση (5) είναι το μητρώο δυσκαμψίας του μέλους επιπέδου πλαισίου.

Η αναπτυγμένη μορφή του  $[K]$  διαστάσεων  $(6 \times 6)$  προκύπτει αν γίνουν οι πολλαπλασιασμοί των μητρώων στη σχέση (5) (την αναπτυγμένη μορφή του  $[K]$  μπορεί να βρει κανείς στη σελ. 57 των Διδακτικών Σημειώσεων *(Βιβλιογραφία : Κοκτονή 1995)*).

Σε κάθε πρόγραμμα υπολογιστή ο πίνακας  $[K]$  θα παραχθεί, μέλος - μέλος, δουλεύοντας με τους απλούστερους πίνακες  $[A]$  και  $[S]$ .

#### 4.10 Το μητρώο δυσκαμψίας ολόκληρου επιπέδου πλαισίου

Είναι δυνατόν να γενικεύσουμε την έννοια των μητρώων  $\{W\}$ ,  $[K]$ ,  $\{X\}$  έτσι ώστε αντί να αφορούν ένα και μόνο μέλος ενός επιπέδου πλαισίου να συμπεριλάβουν όλο το πλαίσιο. Αν συμβολίσουμε τώρα με  $\{W\}$  το διάνυσμα που θα περιλαμβάνει τα φορτία όλων των κόμβων και με  $\{X\}$  το διάνυσμα που θα περιλαμβάνει τις μετακινήσεις όλων των κόμβων, τότε θα ισχύει η παρακάτω γενικευμένη μητρική σχέση :

$$\{W\} = [K] \{X\}$$

όπου το μητρώο  $[K]$  θα ονομάζεται μητρώο δυσκαμψίας ολόκληρου του επιπέδου πλαισίου.

Το γενικό μητρώο δυσκαμψίας ολοκλήρου επιπέδου πλαισίου είναι συμμετρικό. Η συμμετρία του γενικού μητρώου δυσκαμψίας υπαγορεύεται από δύο λόγους. Πρώτον τα προς εμφύτευση επί μέρους μητρώα δυσκαμψίας των μελών είναι συμμετρικά και δεύτερον οι θέσεις εμφυτεύσεως είναι συμμετρικές.

Είναι φανερό ότι σε ένα γενικό πρόγραμμα υπολογιστή, το τελικό σύνολο των εξισώσεων δυσκαμψίας προκύπτει αφού ληφθούν υπόψη οι συνθήκες στήριξης, δηλαδή αφού ερμηνεύσουμε για γνωστές, τις μηδενικές μετακινήσεις των κόμβων. Γι' αυτό το σκοπό μπορούν να υιοθετηθούν ποικίλες διαδικασίες, εξαρτάται εάν ένας επιθυμεί να διαφυλάξει χρόνο εκτέλεσης στον υπολογιστή ή καταμερισμό μνήμης.

Για την επίλυση των συμμετρικών εξισώσεων δυσκαμψίας μπορούν να εφαρμοστούν διάφορες μέθοδοι.

(Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να βρει κανείς στις Διδακτικές Σημειώσεις [Κοντονή 1995]).

#### **4.11 Αποθήκευση του μητρώου δυσκαμψίας του πλαισίου**

*[Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]*

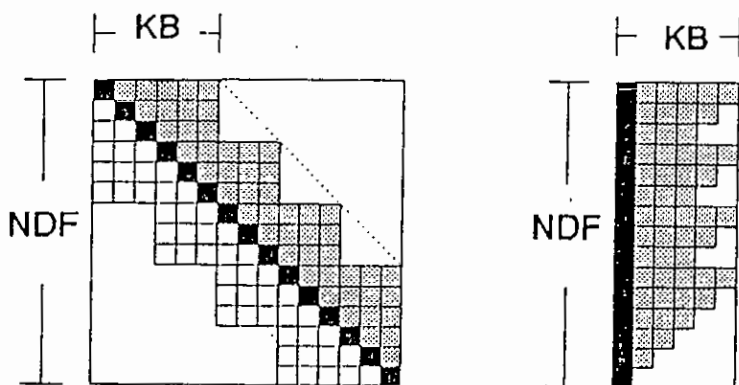
Είναι προφανές ότι είναι επιθυμητές προσπάθειες για να περιορισθούν οι απαιτήσεις κεντρικής αποθήκευσης σε λιγότερο από αυτό που χρειάζεται για το πλήρες μητρώο δυσκαμψίας [K].

Το πρώτο βήμα σε αυτή την κατεύθυνση είναι να εκμεταλλευθούμε τη συμμετρία του μητρώου δυσκαμψίας του πλαισίου σε μια ανάλυση πρώτης τάξης. Σαν συνέπεια αυτής της συμμετρίας όλα τα δεδομένα, κάτω από την κύρια διαγώνιο, είναι περιττά. Το απομένον απαραίτητο μέρος, θα μπορούσε να αποθηκευθεί σαν ένας μονοδιάστατος πίνακας ή διάνυσμα.

Η επόμενη βελτίωση που μπορεί να πραγματοποιηθεί είναι, να επωφεληθούμε από τη συγκροτημένη σε "ζώνη" μορφή των μητρώων δυσκαμψίας. Τα στοιχεία μακριά από την κύρια διαγώνιο είναι συνήθως μηδέν. Η εμφάνιση μηδενικών όρων μακριά από την κύρια διαγώνιο εξαρτάται καθαρά από τη σειρά αρίθμησης των κόμβων. Είναι προφανές ότι ένα μέτρο ελέγχου και πρόβλεψης του εύρους της "ζώνης" του μητρώου δυσκαμψίας είναι προσιτό, όταν μια ορισμένη σειρά αρίθμησης εκλέγεται για τους κόμβους σε ένα πλαισιωτό φορέα. Ο γενικός σκοπός θα είναι να διατηρηθεί η διαφορά μεταξύ των αριθμών των κόμβων που καθορίζουν ένα μέλος όσο το δυνατόν μικρότερη.

Για ένα επίπεδο στερεό πλαίσιο, το εύρος  $KB$  μπορεί να εκφραστεί σαν  $KB = 3(ND + 1)$  όπου  $ND$  είναι η μέγιστη διαφορά ανάμεσα στους αριθμούς που προσδιορίζουν τους συνδεδεμένους και μη περιορισμένους κόμβους.

Ένας τρόπος κατά τον οποίο επωφελούμεθα από την συμμετρία του μητρώου δυσκαμψίας και το ευπρόβλεπτο του μέγιστου εύρους για να διατηρήσουμε χωρητικότητα, περιγράφεται στο σχήμα 4.2.



(α) Μητρώο δυσκαμψίας [K]

(β) Συμπυκνωμένη αποθήκευση του [K]

Σχήμα 4.2: Αποδοτική αποθήκευση μητρώου δυσκαμψίας πλαισιού [Κουτσή, 1995]



Γενικά, το εύρος ζώνης KB για γραμμικούς φορείς είναι η μέγιστη τιμή του KB όπως υπολογίζεται παρακάτω

$$KB = [N \cdot (k-j + 1)]_{\max} = [N \cdot (ND + 1)]_{\max}$$

για κάθε ένα μέλος, όπου το N εξαρτάται από το είδος του φορέα (N = 2 για επίπεδα δικτυώματα, N = 3 για επίπεδα πλαίσια, N = 3 για εσχάρες, N = 3 για χωρικά δικτυώματα, N = 6 για χωρικά πλαίσια), k είναι ο μέγιστος αριθμός κόμβου του μέλους και j είναι ο ελάχιστος αριθμός κόμβου του μέλους. Αν από την χρήση του παραπάνω τύπου προκύψει  $KB > NDF$ , όπου NDF ο συνολικός αριθμός των βαθμών ελευθερίας του φορέα τότε λαμβάνουμε  $KB = NDF$ .

(Το "εύρος ζώνης" KB, ονομάζεται σε ορισμένα βιβλία σαν "ημιεύρος ζώνης").

#### 4.12 Παραδοχή για διατμητικές παραμορφώσεις [Βιβλιογραφία: Κοντονί, 1995]

Στη μέθοδο δυσκαμψίας που περιγράφηκε ήδη για τα επίπεδα πλαίσια, το μοντέλο λαμβάνει υπ' όψη του αμφότερες τις καμπτικές και αξονικές παραμορφώσεις.

Στον καθορισμό των σχέσεων των εσωτερικών εντατικών μεγεθών με τα εσωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη για το μέλος του επιπέδου πλαισίου, δηλαδή στον καθορισμό του μητρώου [S], λάβαμε υπ' όψη την απλή θεωρία κάμψεως. Η απλή θεωρία κάμψεως στηρίζεται στην υπόθεση του Bernoulli κατά την οποία οι επίπεδες διατομές πριν την κάμψη, παραμένουν επίπεδες και μετά από αυτή. Η υπόθεση όμως αυτή μόνο κατά προσέγγιση είναι αληθινή. Η ύπαρξη διατμητικών δυνάμεων παρεμβαίνει μεταβάλλοντας κατά

το μάλλον ή ήττον την εικόνα. Όταν υπάρχουν διατμητικές δυνάμεις οι παραπάνω διατομές μόνο κατά προσέγγιση μπορούν να θεωρηθούν επίπεδες. Μπορούμε όμως, χωρίς να μεταβάλλουμε την απλή θεωρία κάμψεως, να λάβουμε υπ' όψη την ύπαρξη διατμητικών δυνάμεων.

Για να λάβουμε τώρα υπ' όψη την ύπαρξη διατμητικών δυνάμεων σκεφτόμαστε ως εξής. Στην διατμητική δύναμη  $V_{AB}$  αντιστοιχεί μια μέση διατμητική τάση

$$\tau = \frac{V_{AB}}{\beta A}$$

όπου  $A$  είναι το εμβαδόν της διατομής και  $\beta$  ένας συντελεστής που δηλώνει το κλάσμα της επιφάνειας της διατομής που αναλαμβάνει την διάτμηση. ( Ο όρος  $\beta A$  αντιπροσωπεύει την επιφάνεια της διατομής που ανθίσταται ενεργά στην τέμνουσα). Για παράδειγμα σε μια διατομή διπλού ταυ, όπου την διάτμηση την παραλαμβάνει κυρίως ο κορμός, το  $\beta$  θα είναι ο λόγος του εμβαδού του κορμού προς το εμβαδόν της συνολικής διατομής.

Η διατμητική παραμόρφωση  $\gamma$  που αντιστοιχεί σε αυτή την μέση διατμητική τάση θα είναι :

$$\gamma = \frac{\tau}{G} = \frac{V_{AB}}{\beta AG}$$

όπου  $G$  το μέτρο διατμήσεως του υλικού.

Το μητρώο  $[S]$ , όταν λαμβάνονται υπ' όψη οι διατμητικές δυνάμεις ή πιο σωστά οι διατμητικές παραμορφώσεις, θα έχει την μορφή

$$[S] = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{(n+3)}{(n+12)} \cdot \frac{4EI}{L} & \frac{(n-6)}{(n+12)} \cdot \frac{2EI}{L} \\ 0 & \frac{(n-6)}{(n+12)} \cdot \frac{2EI}{L} & \frac{(n+3)}{(n+12)} \cdot \frac{4EI}{L} \end{bmatrix}$$

$$\text{όπου } n = \frac{\beta AGL^2}{EI}$$

Ενώ όταν δεν λαμβάνονται υπ' όψη οι διατμητικές παραμορφώσεις έχει τη γνωστή από τα προηγούμενα μορφή:

$$[S] = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{4EI}{L} & \frac{2EI}{L} \\ 0 & \frac{2EI}{L} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix}$$

Βλέπουμε επομένως ότι η σημασία των διατμητικών δυνάμεων ή πιο σωστά των διατμητικών παραμορφώσεων εντοπίζεται στο μέγεθος των όρων

$$\frac{(n+3)}{(n+12)} \text{ και } \frac{(n-6)}{(n+12)}$$

Στις περισσότερες περιπτώσεις ορθογωνικών διατομών, οι όροι αυτοί είναι περίπου ίσοι με τη μονάδα, γιατί η τιμή του  $n$  είναι πολύ μεγάλη. Σε αυτές τις περιπτώσεις το λάθος που γίνεται με την παράλειψη των διατμητικών παραμορφώσεων είναι πολύ μικρό. Σε τελική όμως ανάλυση είναι ευθύνη του μελετητού να λάβει ή να μη λάβει υπ' όψη την επιρροή των διατμητικών παραμορφώσεων.

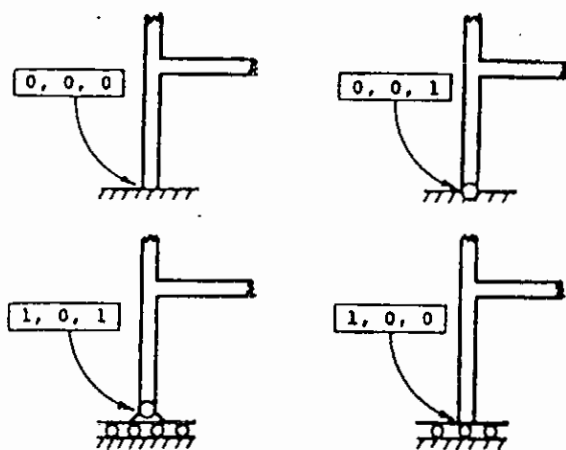
Είναι ξεκάθαρο επίσης ότι προγράμματα υπολογιστή μπορούν εύκολα να τροποποιηθούν για να λάβουν υπ' όψη τις διατμητικές παραμορφώσεις επιπροσθέτως των αξονικών και καμπτικών παραμορφώσεων.

#### 4.13 Παραδοχή για εσωτερικές αρθρώσεις [Βιβλιογραφία: Κουτρονί, 1995]

Ο τυπικός εσωτερικός κόμβος σε ένα επίπεδο στερεό πλαίσιο έχει 3 βαθμούς ελευθερίας, που αντιστοιχούν στις πιθανές παραμορφώσεις (μετακινήσεις) οριζόντια, κατακόρυφα, καθώς επίσης και στην περιστροφή του κόμβου.

Οι συνθήκες στις στηρίξεις όπου μερικές ή όλες από τις μετακινήσεις είναι εμποδισμένες, χειρίζονται από το σύστημα εντελώς συμβατικά και μερικές τυπικές λεπτομέρειες στηρίξεων είναι σχεδιασμένες στο σχήμα 4.3.

Οι τρεις ακέραιοι αριθμοί δηλώνουν την δυνατότητα ή μη για μετακίνηση του κόμβου κατά  $x$ , κατά  $y$  και για τη στροφή του. Στο παρόν πρόγραμμα  $H/Y$  με 0 δηλώνεται ότι η μετακίνηση είναι αδύνατη και με 1 ότι η μετακίνηση είναι δυνατή.



Σχήμα 4.3 : Περιορισμοί στις στηρίξεις

Η κατάσταση είναι διαφορετική όταν ένας ή περισσότεροι από τους εσωτερικούς κόμβους δεν είναι εντελώς σταθεροί. Ένας πολύ κατάλληλος τρόπος αντιμετώπισης της περιστασιακής εσωτερικής άρθρωσης είναι να τροποποιήσουμε τα στοιχεία στο μητρώο [S], που παράχθηκαν για το μέλος, του οποίου το άκρο είναι αρθρωτό. Περισσότερες πληροφορίες καθώς και την θεωρητική μεταχείριση μπορεί να βρει κανείς στις Διδακτικές Σημειώσεις [Κοντονή, 1995].

Μια προφανής διαδικασία για να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες τροποποιήσεις στο μητρώο δυσκαμψίας, ώστε να ληφθεί υπ' όψη η περιστασιακή εσωτερική άρθρωση, θα ήταν να κατασκευασθεί ο συνήθης πίνακας δυσκαμψίας, στο κύριο βρόχο επεξεργασίας των μελών του προγράμματος, και μετά να ελεγχθεί εάν χρειάζονται κάποιες τροποποιήσεις εξαιτίας της παρουσίας μιας άρθρωσης στο ένα ή και στα δύο άκρα του μέλους. Ένας κατάλληλος τρόπος για να πληροφορηθεί ο υπολογιστής από τα δεδομένα, σχετικά με την παρουσία μιας άρθρωσης, είναι να προτάξουμε τον κατάλληλο ακέραιο που προσδιορίζει τον κόμβο στη λίστα των συνδέσεων των μελών με ένα αρνητικό πρόσημο. Για παράδειγμα εάν το μέλος με αριθμό 9 συνέδεε τους κόμβους 16 και 18 με μια άρθρωση στο τελευταίο άκρο, η ένατη γραμμή στον πίνακα συνδέσεων [MVA] θα περιείχε την πληροφορία 16, -18.

Όταν η παραπάνω διαδικασία έχει ενσωματωθεί σε ένα πρόγραμμα ανάλυσης επιπέδων πλαισίων, πρέπει να ασκηθεί κάποια φροντίδα στην ετοιμασία των δεδομένων για να εξασφαλίσει ότι η περιστροφική ακαμψία δεν θα έχει εντελώς αφαιρεθεί από κάποιο κόμβο· αν συμβεί αυτό, το μητρώο δυσκαμψίας για το όλο πλαίσιο θα έχει μηδενική ορίζουσα.

Το παρόν πρόγραμμα στερεών πλαισίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναλύσει και αρθρωτά συνδεδεμένα δικτυώματα. Αρνητικά προθέματα στους αριθμούς των κόμβων στον πίνακα [MVA] θα είναι τότε ο κανόνας παρά η εξαίρεση.

#### 4.14 Παραδοχή για αρχικές παραμορφώσεις [Βιβλιογραφία: Κουτονί, 1995]

Οι αρχικές παραμορφώσεις μπορεί να προκληθούν από θερμοκρασιακές μεταβολές ή συρρίκνωση ή εσφαλμένη κατασκευή.

Στα αρθρωτά συνδεδεμένα δικτυώματα η αρχική παραμόρφωση που πρέπει να ληφθεί υπόψη σε ένα πρόγραμμα δυσκαμψίας ασχολείται με την επιμήκυνση κάθε μέλους και επειδή υπάρχει μόνο μία συνισταμένη τάσεων ανά μέλος, έτσι υπάρχει μόνο μία συνιστώσα αρχικής παραμόρφωσης, η  $e^H$ . Στα στερεώς συνδεδεμένα επίπεδα πλαίσια, θα υπάρχουν 3 αρχικές παραμορφώσεις ανά μέλος. Αυτές είναι κατά πρώτον, η αξονική επιμήκυνση  $e^H$  (που προκαλείται ίσως από μια γενική αύξηση στη θερμοκρασία) και μετά οι αρχικές κλίσεις των άκρων  $\varphi_{AB}^H$  και  $\varphi_{BA}^H$ . Αυτές οι τελευταίες κλίσεις μπορεί να υπάρχουν επειδή το μέλος ήταν ελαφρά κυρτωμένο πριν την κατασκευή αλλά οι καμπύλες είχαν ευθυγραμμιστεί σε έναν οδηγό πριν τη διάνοιξη των οπών ή τις συγκολλήσεις των συνδέσεων των άκρων. Διαφορική θερμοκρασία μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού του κτιρίου μπορεί μερικές φορές να έχει σαν αποτέλεσμα αρχικές καμπυλότητες στα μέλη, που πρέπει να ληφθούν υπόψη στην συνολική ανάλυση των τάσεων. Όλες αυτές οι επιδράσεις μπορούν να επεξεργασθούν από ένα πρόγραμμα δυσκαμψίας, εάν τα κατάλληλα τρία στοιχεία δεδομένων, ονομαζόμενα  $\{x^H\}$  στα επόμενα, δίδονται για κάθε μέλος.

Οι σχέσεις που φαίνονται παρακάτω εκφράζουν το γεγονός ότι οι συνολικές παραμορφώσεις σε κάθε μέλος είναι το άθροισμα των αρχικών παραμορφώσεων και των συνήθων παραμορφώσεων που σχετίζονται με τις τάσεις.

$$\begin{bmatrix} e \\ \varphi_{AB} \\ \varphi_{BA} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{L}{EA} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{L}{3EI} & -\frac{L}{6EI} \\ 0 & -\frac{L}{6EI} & \frac{L}{3EI} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} T \\ M_{AB} \\ M_{BA} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e^H \\ \varphi_{AB}^H \\ \varphi_{BA}^H \end{bmatrix}$$

Αντιστροφή των παραπάνω εξισώσεων θα παράγει τις σχέσεις που εκτίθενται παρακάτω :

$$\begin{bmatrix} T \\ M_{AB} \\ M_{BA} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{4EI}{L} & \frac{2EI}{L} \\ 0 & \frac{2EI}{L} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} e \\ \varphi_{AB} \\ \varphi_{BA} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \frac{EA}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{4EI}{L} & \frac{2EI}{L} \\ 0 & \frac{2EI}{L} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} e^H \\ \varphi_{AB}^H \\ \varphi_{BA}^H \end{bmatrix}$$

ή

$$\{SR\} = [S] \cdot \{SE\} - [S] \cdot \{x^H\}$$

Το αποτέλεσμα της εισαγωγής του διανύσματος αρχικών παραμορφώσεων  $\{x^H\}$  στη συγκρότηση και λύση των εξισώσεων δυσκαμψίας του πλαισίου επεξηγείται λεπτομερώς στις Διδακτικές Σημειώσεις [Κοντονί 1995].

#### 4.15 Παραδοχές για εγκάρσια φόρτιση στα μέλη [Βιβλιογραφία: Κοντονί 1995]

Σε όλη την αντιμετώπιση των επιπέδων πλαισίων που περιγράφηκε μέχρι τώρα έχει σιωπηρά υποθεθεί ότι όλα τα φορτία

εφαρμόζονται στους κόμβους. Οι σχέσεις των μελών,  $\{SR\} = [S] \{SE\}$ , που παρήχθησαν στα προηγούμενα θεωρούν μόνον δράσεις και παραμορφώσεις στα άκρα, και δεν υπάρχει σημείο εφαρμογής εγκαρσίου φορτίου μεταξύ των άκρων των μελών.

Ένας κόμβος μπορεί να οριστεί οπουδήποτε κατά μήκος ενός ευθύγραμμου τμήματος. Έτσι σε θέσεις εφαρμογής συγκεντρωμένων φορτίων, (αλλά και σε θέσεις όπου μας ενδιαφέρει να υπολογισθούν τα εντατικά και παραμορφωσιακά μεγέθη) τοποθετούμε κόμβους. Το πλεονέκτημα του να καθιστούμε κόμβο κάθε σημείο εφαρμογής φορτίου, είναι ο υπολογισμός, με τη μέθοδο δυσκαμψίας των ελαστικών μετακινήσεων σε αυτό τον κόμβο. Το μειονέκτημα είναι η ανάγκη να ορισθούν πολλοί περισσότεροι κόμβοι σε ένα πλαίσιο, απ' ό,τι θα είναι απολύτως απαραίτητο και για κάθε τέτοιο κόμβο προστίθενται τρεις εξισώσεις σε ότι μπορεί ήδη να περιλαμβάνει ένα πολύ μεγάλο σύνολο. Σε μια τέτοια προσέγγιση η χωρητικότητα της μνήμης θα ρυθμίσει το όλο μέγεθος της κατασκευής που πρέπει να χειριστούμε ειδικά, όταν κατανεμημένο φορτίο πρέπει να παρασταθεί από τέσσερα ή πέντε διακεκριμένα, συγκεντρωμένα φορτία.

Οι περιπτώσεις των φορτίων μεταξύ των άκρων των μελών, μπορούν να αντιμετωπισθούν με δύο τρόπους.

Ο πρώτος τρόπος συνίσταται στην προσεγγιστική εξομοίωση των φορτίων με έναν αρκετό αριθμό συγκεντρωμένων φορτίων παρεμβάλλοντας φυσικά κόμβους. Η λύση που θα πάρουμε με τον τρόπο αυτόν είναι προσεγγιστική και προσεγγίζει τόσο περισσότερο την πραγματικότητα όσο περισσότερους κόμβους παρεμβάλλουμε. Το βασικό μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι κάνει σπατάλη της μνήμης του υπολογιστή που χρησιμοποιούμε. Ας μην ξεχνούμε ότι η παρεμβολή ενός κόμβου στο επίπεδο πλαίσιο (και, όπως θα



δούμε και σε επόμενο κεφάλαιο, στην εσχάρα) προσθέτει τρεις εξισώσεις στο τελικό σύστημα. Φυσικά επιπτώσεις υπάρχουν και στον χρόνο επεξεργασίας που είναι ανάλογος με το μέγεθος του τελικού συστήματος.

Ευτυχώς υπάρχει ένας άλλος τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος των εγκαρσίων φορτίων, ο οποίος έχει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί το διορισμό ενός κόμβου σε κάθε σημείο εφαρμογής φορτίου. Η επίδραση όλων των εγκαρσίων φορτίων σε κάθε μέλος απεικονίζεται από τις ροπές πάκτωσης στα άκρα, τις τέμνουσες και τις ορθές που θα υπήρχαν εάν αυτό το μέλος ήταν μια εντελώς απομονωμένη δοκός. Ο υπολογιστής κατόπιν αναλύει ένα πλαίσιο φορτισμένο στις κύριες συνδέσεις με τις ισοροπούσες όλων των δράσεων στα άκρα για όλα τα μέλη. Με τον δεύτερο αυτό τρόπο ο φορέας αναλύεται σε δύο διαφορετικά στάδια. Η τελική λύση είναι το άθροισμα των λύσεων των δύο αυτών σταδίων. Κατά το πρώτο στάδιο όλοι οι κόμβοι του φορέα θεωρούνται παγιωμένοι. Όλα τα μέλη στο στάδιο αυτό είναι αμφίπακτα, οι μετακινήσεις των κόμβων είναι μηδενικές και τα εντατικά μεγέθη που ενεργούν σε αυτούς είναι τα μεγέθη πλήρους πακτώσεως των μελών. Η επίλυση του πρώτου σταδίου είναι απλούστατη. Κάθε βιβλίο κλασσικής στατικής περιέχει πίνακες που δίδουν τα εντατικά μεγέθη πλήρους πακτώσεως για πάρα πολλές περιπτώσεις φορτίσεως. Στο δεύτερο στάδιο απελευθερώνουμε τους κόμβους. Για να το πετύχουμε αυτό δεν έχουμε παρά να εφαρμόσουμε στους κόμβους τα αντίθετα ακριβώς των εντατικών μεγεθών πλήρους πακτώσεως του πρώτου σταδίου. Στο στάδιο αυτό η φόρτιση είναι επικόμβια και η ανάλυση γίνεται με τον υπολογιστή.

#### 4.16 Σχόλια [Βιβλιογραφία: Κοντονή, 1995]

Το παρόν πρόγραμμα H/Y είναι ένα συμπαγές και ισχυρό πρόγραμμα για να επιτύχει γραμμική - ελαστική ανάλυση επιπέδων πλαισίων.

Οι στηρίξεις μπορεί να είναι πακτωμένες, αρθρωτές κ.λ.π. (βλ. σχήμα 4.3). Στην ανάλυση λαμβάνονται υπ' όψη καμπτικές, αξονικές και διατμητικές παραμορφώσεις. Παραδοχή γίνεται για πεπερασμένη διατμητική ακαμψία στον υπολογισμό των πινάκων [S] των μελών, και κάθε μέλος πρέπει να έχει καθορισμένη τη δική του τιμή μέτρου ελαστικότητας E, μέτρου διάτμησης G και συντελεστή διατμητικής επιφάνειας β. Κατά συνέπεια το παρόν πρόγραμμα μπορεί να αντιμετωπίσει ένα πλαίσιο με μέλη που έχουν σημαντικώς διαφορετικά μέτρα ελαστικότητας E. Είναι προφανές ότι όταν εμπλέκονται και οι διατμητικές παραμορφώσεις, πρέπει να δοθεί είτε το μέτρο διάτμησης είτε ο λόγος του Poisson, και στο παρόν πρόγραμμα το μέτρο διάτμησης (G) είναι το στοιχείο που απαιτείται.

Οι εσωτερικές αρθρώσεις αντιμετωπίζονται με τον τρόπο που εξηγήθηκε παραπάνω και ο δείκτης, ότι το άκρο ενός μέλους πρέπει να είναι ελεύθερο από ροπή, είναι η πρόταξη ενός αρνητικού προσήμου στον κατάλληλο αριθμό του κόμβου στον πίνακα δεδομένων [MVA]. Τρία περαιτέρω στοιχεία δεδομένων ανά μέλος είναι οι συνιστώσες της αρχικής παραμόρφωσης στο διάνυσμα  $\{x^H\}$ . Για ευκολία στην παρουσίαση των δεδομένων για μεγάλα πλαίσια, η επίδραση μιας γενικής θερμοκρασιακής μεταβολής μπορεί να υπολογισθεί στο παρόν πρόγραμμα, χωρίς την ανάγκη να υπολογισθούν και δοθούν σαν δεδομένα οι ελεύθερες διαστολές του κάθε μέλους, με την προϋπόθεση ότι χρησιμοποιείται για όλα τα μέλη μόνο μια κοινή θερμοκρασιακή αύξηση και ένας συντελεστής

θερμικής διαστολής. Το πρόγραμμα μπορεί να είναι πολύ ωφέλιμο στη μελέτη προεντεταμένων δοκών και πλαισίων όπου η επίδραση μιας προεντεινόμενης δύναμης θα μπορούσε να εξομοιωθεί με μια αρνητική αρχική επιμήκυνση για το υπόψη μεταλλικό μέλος.

## 5. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΠΛΑΣΙΩΝ ΜΕ Η/Υ

### Εισαγωγή δεδομένων

Η εισαγωγή των δεδομένων στο παρόν πρόγραμμα Η/Υ “FRAME” (το οποίο είναι γραμμένο σε γλώσσα FORTRAN) μπορεί να γίνεται με 2 διαφορετικούς τρόπους και είναι θέμα προτίμησης του χρήστη σε σχέση τις γνώσεις και την ευχέρεια χρήσης που έχει με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, έχουν δε ως ακολούθως:

#### 1) Διαλογικότητα προγράμματος - χρήστη (interactive use)

Η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί διότι απαιτεί λιγότερο χρόνο εκμάθησης του προγράμματος και συναρπάζει με την άμεση επικοινωνία μεταξύ χρήστη και υπολογιστή. Τα δεδομένα φυλάσσονται σε αρχείο για μελλοντικές τροποποιήσεις ή συμπληρώσεις.

#### 2) Από κειμενογράφο σε αρχείο δεδομένων (data file)

Η μέθοδος εισαγωγής είναι ταχύτερη, απαιτεί όμως ένα καλό κειμενογράφο (editor), καλή γνώση του προγράμματος και του κειμενογράφου.

## FRAME : Πρόγραμμα H/Y ελαστικής ανάλυσης Επιπέδων Πλαισίων

[Διδασκαλία Κοντονή, 1995]

### Μορφή αρχείου δεδομένων (DATA FILE)

---

Τίτλος	
Πλήθος κόμβων, Πλήθος μελών, Γενική αύξηση θερμοκρασίας, Συντελεστής θερμικής διαστολής	
Αριθμός κόμβου, συντεταγμένη-x, συντεταγμένη-y, συνθήκες στήριξης (τρεις ακέραιοι *)	
--	
Αριθμός μέλους, κόμβος αρχής (**), κόμβος τέλους (**), Ροπή αδράνειας I, Εμβαδόν διατομής A, E, G, β, $e^H$ , $\Phi_{AB}^H$ , $\Phi_{BA}^H$	
--	
Πλήθος περιπτώσεων φόρτισης	
Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων, πλήθος φορτιζομένων μελών με ομοιόμορφο φορτίο	
Αριθμός φορτιζομένου κόμβου, H, V, M	
--	(***)
Αριθμός φορτιζομένου μέλους, τιμή ομοιόμορφου φορτίου	(***)
--	(***)
Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων, πλήθος φορτιζομένων μελών με ομοιόμορφο φορτίο	(***)
Αριθμός φορτιζόμενου κόμβου, H, V, M	(***)
--	(***)
Αριθμός φορτιζομένου μέλους, τιμή ομοιόμορφου φορτίου	(***)
--	(***)
Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων, πλήθος φορτιζομένων μελών με ομοιόμορφο φορτίο	(***)
Αριθμός φορτιζόμενου κόμβου, H, V, M	(***)
--	(***)
Αριθμός φορτιζομένου μέλους, τιμή ομοιόμορφου φορτίου	(***)
--	(***)

---

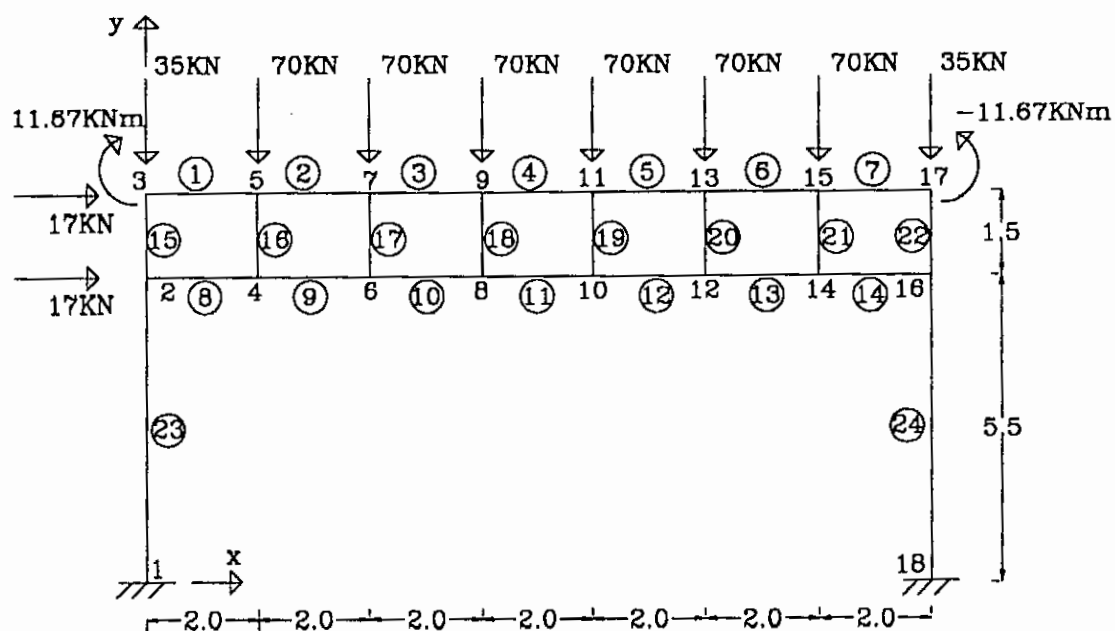
### Σημειώσεις :

- \* (τρεις ακέραιοι που να δηλώνουν τους περιορισμούς του κόμβου για μετακίνηση κατά x- και y- διεύθυνση και για περιστροφή: δώστε 0 εάν περιορισμένος και 1 εάν μη περιορισμένος)
- \*\* (με αρνητικό πρόσημο αν υπάρχει εσωτερική άρθρωση)
- \*\*\* (αν υπάρχει)

### Σχόλιο :

Επίσης, το παρόν πρόγραμμα H/Y ρωτάει κατά την εκτέλεσή του, αν επιθυμούμε να έχουμε συνδυασμούς των περιπτώσεων φόρτισης. Αν απαντήσουμε καταφατικά, το πρόγραμμα H/Y μας ρωτάει με τι συντελεστή να πολλαπλασιάσει κάθε μία από τις περιπτώσεις φόρτισης.

## Παράδειγμα 1ο



Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο πλαίσιο με τη φόρτιση και τις διαστάσεις του καθώς και τις συνθήκες στηρίξεώς του. Για το πλαίσιο αυτό ισχύουν:

Άνω πέλμα εμβαδόν διατομής  $0,27 \text{ m}^2$ , ροπή αδρανείας  $0,018225 \text{ m}^4$ .

Κάτω πέλμα εμβαδόν διατομής  $0,21 \text{ m}^2$ , ροπή αδρανείας  $0,008575 \text{ m}^4$ .

Ορθοστάτες πλην των ακραίων, εμβαδόν διατομής  $0,12 \text{ m}^2$ , ροπή αδρανείας  $0,0016 \text{ m}^4$ .

Στύλοι εμβαδόν διατομής  $0,15 \text{ m}^2$ , ροπή αδρανείας  $0,003125 \text{ m}^4$ .

Για όλα τα μέλη το υλικό είναι το σκυρόδεμα, με μέτρο ελαστικότητας  $E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$ , και μέτρο διάτμησης  $G = 0,8 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$ . Θεωρείται εξάλλου ότι για όλα τα μέλη το 60% της διατομής ανθίσταται σε διάτμηση ( $\beta = 0,6$ ).

Ο συντελεστής θερμικής διαστολής είναι  $0,000012/^\circ\text{C}$ , αλλά στο συγκεκριμένο παράδειγμα δεν έχουμε μεταβολή της θερμοκρασίας.

Το πλαίσιο θα επιλυθεί για τις ακόλουθες περιπτώσεις φόρτισης:

- Φόρτιση των κόμβων του άνω πέλματος με οκτώ κατακόρυφα συγκεντρωμένα φορτία και δύο ροπές όπως φαίνεται στο σχήμα.

β) Δύο οριζόντια συγκεντρωμένα φορτία στους κόμβους 2 και 3 όπως, επίσης, φαίνεται στο σχήμα.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες, EX1 και EX1.OUT..

Πραγματοποιήθηκε επίσης η επίλυση του παρόντος παραδείγματος χωρίς να λάβουμε υπόψη τις διατμητικές παραμορφώσεις (γι'αυτό δώσαμε στο πρόγραμμα H/Y σαν β έναν πολύ μεγάλο αριθμό  $\beta = 0,1 \cdot 10^{22}$ )

Τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων έχουν τις ονομασίες EX1A και EX1A.OUT





-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM  
 ACADEMIC YEAR 1995-1996  
 -----

PLANE FRAME ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 (THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX1)

\*\*\* EXAMPLE 1 \*\*\*

JOINT AND MEMBER DATA ( 18 JOINTS 24 MEMBERS)

JOINT	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	0	0	0
2	.000	5.500	1	1	1
3	.000	7.000	1	1	1
4	2.000	5.500	1	1	1
5	2.000	7.000	1	1	1
6	4.000	5.500	1	1	1
7	4.000	7.000	1	1	1
8	6.000	5.500	1	1	1
9	6.000	7.000	1	1	1
10	8.000	5.500	1	1	1
11	8.000	7.000	1	1	1
12	10.000	5.500	1	1	1
13	10.000	7.000	1	1	1
14	12.000	5.500	1	1	1
15	12.000	7.000	1	1	1
16	14.000	5.500	1	1	1
17	14.000	7.000	1	1	1
18	14.000	.000	0	0	0

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	AREA	LENGTH
1	3 TO 5	.18225E-01	.27000E+00	.20000E+01
2	5 TO 7	.18225E-01	.27000E+00	.20000E+01
3	7 TO 9	.18225E-01	.27000E+00	.20000E+01
4	9 TO 11	.18225E-01	.27000E+00	.20000E+01
5	11 TO 13	.18225E-01	.27000E+00	.20000E+01
6	13 TO 15	.18225E-01	.27000E+00	.20000E+01
7	15 TO 17	.18225E-01	.27000E+00	.20000E+01
8	2 TO 4	.85750E-02	.21000E+00	.20000E+01
9	4 TO 6	.85750E-02	.21000E+00	.20000E+01
10	6 TO 8	.85750E-02	.21000E+00	.20000E+01
11	8 TO 10	.85750E-02	.21000E+00	.20000E+01
12	10 TO 12	.85750E-02	.21000E+00	.20000E+01
13	12 TO 14	.85750E-02	.21000E+00	.20000E+01
14	14 TO 16	.85750E-02	.21000E+00	.20000E+01
15	2 TO 3	.31250E-02	.15000E+00	.15000E+01
16	4 TO 5	.16000E-02	.12000E+00	.15000E+01
17	6 TO 7	.16000E-02	.12000E+00	.15000E+01
18	8 TO 9	.16000E-02	.12000E+00	.15000E+01
19	10 TO 11	.16000E-02	.12000E+00	.15000E+01
20	12 TO 13	.16000E-02	.12000E+00	.15000E+01
21	14 TO 15	.16000E-02	.12000E+00	.15000E+01
22	16 TO 17	.31250E-02	.15000E+00	.15000E+01
23	1 TO 2	.31250E-02	.15000E+00	.55000E+01
24	16 TO 18	.31250E-02	.15000E+00	.55000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

4	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
11	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
12	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
13	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
14	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
15	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
16	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
17	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
18	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
19	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
20	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
21	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
22	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
23	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
24	.2100E+08	.8000E+07	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

-----  
THERE ARE 2 LOAD CASES  
-----

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 8 LOADED JOINTS

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
3	.0000	-35.0000	11.6700
5	.0000	-70.0000	.0000
7	.0000	-70.0000	.0000
9	.0000	-70.0000	.0000
11	.0000	-70.0000	.0000
13	.0000	-70.0000	.0000
15	.0000	-70.0000	.0000
17	.0000	-35.0000	-11.6700

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS  
IN LOAD-SET 2 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
2	17.0000	.0000	.0000
3	17.0000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS

\*\*\* EXAMPLE 1 \*\*\*

-----  
RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 18  
NUMBER OF MEMBERS = 24  
DEGREE OF FREEDOM = 48  
WIDTH OF THE BAND = 9  
TERMS IN K-MATRIX = 432  
NO. OF LOAD CASES = 2

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	-.42613E-03	-.42778E-03	.98857E-03
3	1	.34917E-03	-.49072E-03	.12931E-02
4	1	-.36599E-03	-.34393E-02	.13814E-02

5	1	.29733E-03	-.34730E-02	.13699E-02
6	1	-.24800E-03	-.61029E-02	.96257E-03
7	1	.20049E-03	-.61180E-02	.99972E-03
8	1	-.87721E-04	-.75848E-02	.34356E-03
9	1	.70763E-04	-.76032E-02	.35711E-03
10	1	.87723E-04	-.75848E-02	-.34356E-03
11	1	-.70761E-04	-.76032E-02	-.35711E-03
12	1	.24800E-03	-.61029E-02	-.96257E-03
13	1	-.20049E-03	-.61180E-02	-.99972E-03
14	1	.36600E-03	-.34393E-02	-.13814E-02
15	1	-.29733E-03	-.34730E-02	-.13699E-02
16	1	.42613E-03	-.42778E-03	-.98857E-03
17	1	-.34917E-03	-.49072E-03	-.12931E-02
18	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

1	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	.42297E-02	.14312E-04	.17891E-03
3	2	.43220E-02	.11145E-04	.45383E-04
4	2	.42351E-02	-.90310E-04	.10130E-04
5	2	.43118E-02	-.82882E-04	.26801E-04
6	2	.42385E-02	-.78164E-04	-.88090E-05
7	2	.43032E-02	-.78917E-04	-.11620E-04
8	2	.42386E-02	-.27590E-04	-.21100E-04
9	2	.42971E-02	-.27672E-04	-.24636E-04
10	2	.42349E-02	.35667E-04	-.20709E-04
11	2	.42941E-02	.35748E-04	-.24247E-04
12	2	.42273E-02	.84721E-04	-.76678E-05
13	2	.42940E-02	.85468E-04	-.10492E-04
14	2	.42164E-02	.93955E-04	.11975E-04
15	2	.42965E-02	.86580E-04	.28484E-04
16	2	.42035E-02	-.14312E-04	.18028E-03
17	2	.43006E-02	-.11181E-04	.47682E-04
18	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

-----

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL	APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
--------	----------	----------	-----------------	-------------	---------------

1	1	-.11187E+03	-.82480E+02	3 AND 5	-.14696E+03
2	1	-.12951E+02	-.15464E+03	5 AND 7	-.27454E+03
3	1	.83882E+02	-.16206E+03	7 AND 9	-.36778E+03
4	1	.13668E+03	-.13668E+03	9 AND 11	-.40122E+03
5	1	.16206E+03	-.83882E+02	11 AND 13	-.36778E+03
6	1	.15464E+03	.12951E+02	13 AND 15	-.27454E+03
7	1	.82480E+02	.11187E+03	15 AND 17	-.14696E+03
8	1	-.14819E+03	-.77453E+02	2 AND 4	.13259E+03
9	1	-.18492E+02	-.93916E+02	4 AND 6	.26018E+03
10	1	.24822E+02	-.86645E+02	6 AND 8	.35341E+03
11	1	.61867E+02	-.61867E+02	8 AND 10	.38685E+03
12	1	.86645E+02	-.24822E+02	10 AND 12	.35341E+03
13	1	.93916E+02	.18492E+02	12 AND 14	.26018E+03
14	1	.77453E+02	.14819E+03	14 AND 16	.13259E+03
15	1	.96895E+02	.12354E+03	2 AND 3	-.13218E+03
16	1	.95945E+02	.95430E+02	4 AND 5	-.56620E+02
17	1	.69094E+02	.70759E+02	6 AND 7	-.25295E+02
18	1	.24778E+02	.25385E+02	8 AND 9	-.30912E+02
19	1	-.24778E+02	-.25385E+02	10 AND 11	-.30911E+02
20	1	-.69094E+02	-.70759E+02	12 AND 13	-.25293E+02
21	1	-.95945E+02	-.95430E+02	14 AND 15	-.56619E+02
22	1	-.96895E+02	-.12354E+03	16 AND 17	-.13218E+03
23	1	.27709E+02	.51300E+02	1 AND 2	-.24500E+03
24	1	-.51300E+02	-.27709E+02	16 AND 18	-.24500E+03
1	2	-.30932E+01	-.10205E+02	3 AND 5	-.28914E+02
2	2	.13181E+02	-.15239E+01	5 AND 7	-.24449E+02

3	2	.70536E+01	.20718E+01	7 AND	9	-.17160E+02
4	2	.43505E+01	.44994E+01	9 AND	11	-.87052E+01
5	2	.19282E+01	.71927E+01	11 AND	13	-.24174E+00
6	2	-.16431E+01	.13274E+02	13 AND	15	.70738E+01
7	2	-.10247E+02	-.28999E+01	15 AND	17	.11601E+02
8	2	.30042E+02	-.35069E+00	2 AND	4	.11987E+02
9	2	.40734E+01	.66307E+00	4 AND	6	.75204E+01
10	2	.47407E+01	.25273E+01	6 AND	8	.22985E+00
11	2	.37366E+01	.38070E+01	8 AND	10	-.82273E+01
12	2	.24621E+01	.48105E+01	10 AND	12	-.16694E+02
13	2	.61268E+00	.41498E+01	12 AND	14	-.24010E+02
14	2	-.38341E+00	.29924E+02	14 AND	16	-.28538E+02
15	2	.14777E+02	.30932E+01	2 AND	3	-.66491E+01
16	2	-.37227E+01	-.29759E+01	4 AND	5	.12478E+02
17	2	-.54038E+01	-.55297E+01	6 AND	7	-.12658E+01
18	2	-.62639E+01	-.64223E+01	8 AND	9	-.13776E+00
19	2	-.62690E+01	-.64275E+01	10 AND	11	.13551E+00
20	2	-.54232E+01	-.55497E+01	12 AND	13	.12550E+01
21	2	-.37664E+01	-.30268E+01	14 AND	15	-.12389E+02
22	2	.14502E+02	.29000E+01	16 AND	17	.65736E+01
23	2	-.49088E+02	-.44819E+02	1 AND	2	.81967E+01
24	2	-.44426E+02	-.48729E+02	16 AND	18	-.81967E+01

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

1	1	.97177E+02	.97177E+02	3 AND	5	
2	1	.83796E+02	.83796E+02	5 AND	7	
3	1	.39090E+02	.39090E+02	7 AND	9	
4	1	-.23651E-03	-.23651E-03	9 AND	11	
5	1	-.39089E+02	-.39089E+02	11 AND	13	
6	1	-.83796E+02	-.83796E+02	13 AND	15	
7	1	-.97177E+02	-.97177E+02	15 AND	17	
8	1	.11282E+03	.11282E+03	2 AND	4	
9	1	.56204E+02	.56204E+02	4 AND	6	
10	1	.30912E+02	.30912E+02	6 AND	8	
11	1	-.15450E-03	-.15450E-03	8 AND	10	
12	1	-.30911E+02	-.30911E+02	10 AND	12	
13	1	-.56204E+02	-.56204E+02	12 AND	14	
14	1	-.11282E+03	-.11282E+03	14 AND	16	
15	1	-.14696E+03	-.14696E+03	2 AND	3	
16	1	-.12758E+03	-.12758E+03	4 AND	5	
17	1	-.93235E+02	-.93235E+02	6 AND	7	
18	1	-.33442E+02	-.33442E+02	8 AND	9	
19	1	.33442E+02	.33442E+02	10 AND	11	
20	1	.93235E+02	.93235E+02	12 AND	13	
21	1	.12758E+03	.12758E+03	14 AND	15	
22	1	.14696E+03	.14696E+03	16 AND	17	
23	1	-.14365E+02	-.14365E+02	1 AND	2	
24	1	.14365E+02	.14365E+02	16 AND	18	

1	2	.66491E+01	.66491E+01	3 AND	5	
2	2	-.58285E+01	-.58285E+01	5 AND	7	
3	2	-.45627E+01	-.45627E+01	7 AND	9	
4	2	-.44249E+01	-.44249E+01	9 AND	11	
5	2	-.45605E+01	-.45605E+01	11 AND	13	
6	2	-.58155E+01	-.58155E+01	13 AND	15	
7	2	.65736E+01	.65736E+01	15 AND	17	
8	2	-.14846E+02	-.14846E+02	2 AND	4	
9	2	-.23682E+01	-.23682E+01	4 AND	6	
10	2	-.36340E+01	-.36340E+01	6 AND	8	
11	2	-.37718E+01	-.37718E+01	8 AND	10	
12	2	-.36363E+01	-.36363E+01	10 AND	12	
13	2	-.23813E+01	-.23813E+01	12 AND	14	
14	2	-.14770E+02	-.14770E+02	14 AND	16	

15	2	-.11913E+02	-.11913E+02	2 AND	3
16	2	.44657E+01	.44657E+01	4 AND	5
17	2	.72890E+01	.72890E+01	6 AND	7
18	2	.84575E+01	.84575E+01	8 AND	9
19	2	.84644E+01	.84644E+01	10 AND	11
20	2	.73152E+01	.73152E+01	12 AND	13
21	2	.45288E+01	.45288E+01	14 AND	15
22	2	-.11601E+02	-.11601E+02	16 AND	17
23	2	.17074E+02	.17074E+02	1 AND	2
24	2	.16937E+02	.16937E+02	16 AND	18

JOINT	LOAD-SET	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
1	1	.143654E+02	.245001E+03	.277093E+02
2	1	-.125885E-03	.915527E-04	-.114441E-04
3	1	-.610352E-04	-.350001E+02	.116699E+02
4	1	-.610352E-04	-.125885E-03	-.213623E-03
5	1	.198364E-03	-.700011E+02	.381470E-04
6	1	.610352E-04	.237083E-02	-.106812E-03
7	1	.000000E+00	-.700008E+02	.190735E-03
8	1	-.122070E-03	-.175476E-03	.101089E-03
9	1	.122070E-03	-.700014E+02	-.724792E-04
10	1	.495911E-04	-.116348E-03	-.141144E-03
11	1	-.801086E-04	-.700001E+02	.143051E-03
12	1	-.381470E-04	.688553E-03	-.190735E-03
13	1	.686646E-04	-.700000E+02	.106812E-03
14	1	.610352E-04	-.549316E-03	.991821E-04
15	1	-.152588E-03	-.700004E+02	.411987E-03
16	1	.915527E-04	-.762939E-04	.381470E-05
17	1	.000000E+00	-.350002E+02	-.116701E+02
18	1	-.143654E+02	.245001E+03	-.277093E+02
1	2	-.170741E+02	-.819667E+01	-.490884E+02
2	2	.170009E+02	.476837E-05	-.190735E-04
3	2	.170005E+02	-.114441E-04	-.929832E-05
4	2	.450134E-03	-.295639E-04	.190735E-05
5	2	.828743E-03	-.133514E-04	-.219345E-04
6	2	.148678E-02	-.500679E-05	-.386238E-04
7	2	.430107E-03	-.145435E-04	.262260E-04
8	2	-.390053E-03	.469387E-05	-.176430E-04
9	2	.240707E-02	.105649E-04	.333786E-05
10	2	.255585E-02	-.135303E-04	.238419E-04
11	2	.881195E-03	-.673532E-05	.610352E-04
12	2	.736713E-03	-.631809E-05	.395775E-04
13	2	-.326633E-03	-.357628E-06	-.400543E-04
14	2	-.119400E-02	.448227E-04	-.452995E-05
15	2	.155497E-02	-.762939E-05	-.298023E-04
16	2	.965118E-03	-.953674E-06	-.114441E-04
17	2	-.404358E-03	-.429153E-05	.262260E-05
18	2	-.169373E+02	.819672E+01	-.487285E+02

-----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX1.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX1  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
 JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
 when it points to the upper line of the member \*\*\*



-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

LANE FRAME ELASTIC ANALYSIS  
 -----

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX1A  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 1A \*\*\*  
 -----

JOINT AND MEMBER DATA ( 18 JOINTS 24 MEMBERS)  
 -----

JOINT	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	0	0	0
2	.000	5.500	1	1	1
3	.000	7.000	1	1	1
4	2.000	5.500	1	1	1
5	2.000	7.000	1	1	1
6	4.000	5.500	1	1	1
7	4.000	7.000	1	1	1
8	6.000	5.500	1	1	1
9	6.000	7.000	1	1	1
10	8.000	5.500	1	1	1
11	8.000	7.000	1	1	1
12	10.000	5.500	1	1	1
13	10.000	7.000	1	1	1
14	12.000	5.500	1	1	1
15	12.000	7.000	1	1	1
16	14.000	5.500	1	1	1
17	14.000	7.000	1	1	1
18	14.000	.000	0	0	0

MEMBER	CONNECTION		INERTIA	AREA	LENGTH
1	3	TO 5	.18225E-01	.27000E+00	.20000E+01
2	5	TO 7	.18225E-01	.27000E+00	.20000E+01
3	7	TO 9	.18225E-01	.27000E+00	.20000E+01
4	9	TO 11	.18225E-01	.27000E+00	.20000E+01
5	11	TO 13	.18225E-01	.27000E+00	.20000E+01
6	13	TO 15	.18225E-01	.27000E+00	.20000E+01
7	15	TO 17	.18225E-01	.27000E+00	.20000E+01
8	2	TO 4	.85750E-02	.21000E+00	.20000E+01
9	4	TO 6	.85750E-02	.21000E+00	.20000E+01
10	6	TO 8	.85750E-02	.21000E+00	.20000E+01
11	8	TO 10	.85750E-02	.21000E+00	.20000E+01
12	10	TO 12	.85750E-02	.21000E+00	.20000E+01
13	12	TO 14	.85750E-02	.21000E+00	.20000E+01
14	14	TO 16	.85750E-02	.21000E+00	.20000E+01
15	2	TO 3	.31250E-02	.15000E+00	.15000E+01
16	4	TO 5	.16000E-02	.12000E+00	.15000E+01
17	6	TO 7	.16000E-02	.12000E+00	.15000E+01
18	8	TO 9	.16000E-02	.12000E+00	.15000E+01
19	10	TO 11	.16000E-02	.12000E+00	.15000E+01
20	12	TO 13	.16000E-02	.12000E+00	.15000E+01
21	14	TO 15	.16000E-02	.12000E+00	.15000E+01
22	16	TO 17	.31250E-02	.15000E+00	.15000E+01
23	1	TO 2	.31250E-02	.15000E+00	.55000E+01
24	16	TO 18	.31250E-02	.15000E+00	.55000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

4	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
11	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
12	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
13	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
14	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
15	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
16	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
17	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
18	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
19	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
20	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
21	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
22	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
23	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
24	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 8 LOADED JOINTS

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
3	.0000	-35.0000	11.6700
5	.0000	-70.0000	.0000
7	.0000	-70.0000	.0000
9	.0000	-70.0000	.0000
11	.0000	-70.0000	.0000
13	.0000	-70.0000	.0000
15	.0000	-70.0000	.0000
17	.0000	-35.0000	-11.6700

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS  
 IN LOAD-SET 2 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
2	17.0000	.0000	.0000
3	17.0000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS  
 \*\*\* EXAMPLE 1A \*\*\*

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 18  
 NUMBER OF MEMBERS = 24  
 DEGREE OF FREEDOM = 48  
 WIDTH OF THE BAND = 9  
 TERMS IN K-MATRIX = 432  
 NO. OF LOAD CASES = 2

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	-.44803E-03	-.42778E-03	.84835E-03
3	1	.36469E-03	-.48948E-03	.11048E-02
4	1	-.38499E-03	-.29272E-02	.12238E-02



5	1	.31102E-03	-.29636E-02	.12046E-02
6	1	-.26098E-03	-.51912E-02	.83938E-03
7	1	.20993E-03	-.52043E-02	.88668E-03
8	1	-.92348E-04	-.64521E-02	.30208E-03
9	1	.74125E-04	-.64713E-02	.31460E-03
10	1	.92323E-04	-.64521E-02	-.30207E-03
11	1	-.74151E-04	-.64713E-02	-.31460E-03
12	1	.26096E-03	-.51912E-02	-.83939E-03
13	1	-.20995E-03	-.52043E-02	-.88668E-03
14	1	.38496E-03	-.29272E-02	-.12238E-02
15	1	-.31105E-03	-.29636E-02	-.12046E-02
16	1	.44800E-03	-.42778E-03	-.84835E-03
17	1	-.36472E-03	-.48948E-03	-.11048E-02
18	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

1	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	.40191E-02	.14397E-04	.14955E-03
3	2	.40997E-02	.10545E-04	.37540E-04
4	2	.40254E-02	-.74331E-04	-.34599E-06
5	2	.40888E-02	-.65320E-04	.24233E-04
6	2	.40293E-02	-.62682E-04	-.68704E-05
7	2	.40798E-02	-.64347E-04	-.12928E-04
8	2	.40297E-02	-.21771E-04	-.19249E-04
9	2	.40736E-02	-.21665E-04	-.22350E-04
10	2	.40260E-02	.30451E-04	-.18843E-04
11	2	.40705E-02	.30345E-04	-.21946E-04
12	2	.40182E-02	.69781E-04	-.56971E-05
13	2	.40706E-02	.71434E-04	-.11737E-04
14	2	.40068E-02	.78341E-04	.16524E-05
15	2	.40735E-02	.69397E-04	.26013E-04
16	2	.39930E-02	-.14397E-04	.15123E-03
17	2	.40783E-02	-.10588E-04	.40038E-04
18	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

-----

MEMBER LOAD-SET    TERMINAL APPLIED MOMENTS    FROM JOINTS    TENSION FORCE

1	1	-.11367E+03	-.75480E+02	3 AND 5	-.15217E+03
2	1	-.24916E+02	-.14659E+03	5 AND 7	-.28660E+03
3	1	.71736E+02	-.14721E+03	7 AND 9	-.38500E+03
4	1	.12041E+03	-.12041E+03	9 AND 11	-.42036E+03
5	1	.14721E+03	-.71737E+02	11 AND 13	-.38500E+03
6	1	.14659E+03	.24916E+02	13 AND 15	-.28660E+03
7	1	.75479E+02	.11367E+03	15 AND 17	-.15217E+03
8	1	-.14923E+03	-.81620E+02	2 AND 4	.13900E+03
9	1	-.19635E+02	-.88855E+02	4 AND 6	.27344E+03
10	1	.16116E+02	-.80640E+02	6 AND 8	.37183E+03
11	1	.54395E+02	-.54396E+02	8 AND 10	.40720E+03
12	1	.80640E+02	-.16116E+02	10 AND 12	.37183E+03
13	1	.88855E+02	.19635E+02	12 AND 14	.27344E+03
14	1	.81619E+02	.14923E+03	14 AND 16	.13900E+03
15	1	.10290E+03	.12534E+03	2 AND 3	-.12958E+03
16	1	.10125E+03	.10040E+03	4 AND 5	-.61177E+02
17	1	.72739E+02	.74857E+02	6 AND 7	-.21983E+02
18	1	.26244E+02	.26805E+02	8 AND 9	-.32262E+02
19	1	-.26244E+02	-.26805E+02	10 AND 11	-.32263E+02
20	1	-.72739E+02	-.74858E+02	12 AND 13	-.21983E+02
21	1	-.10125E+03	-.10040E+03	14 AND 15	-.61177E+02
22	1	-.10290E+03	-.12534E+03	16 AND 17	-.12958E+03
23	1	.26076E+02	.46321E+02	1 AND 2	-.24500E+03
24	1	-.46321E+02	-.26076E+02	16 AND 18	-.24500E+03
1	2	-.55436E+01	-.10637E+02	3 AND 5	-.30926E+02
2	2	.14160E+02	-.62709E-01	5 AND 7	-.25495E+02

3	2	.60536E+01	.24478E+01	7 AND	9	-.17689E+02
4	2	.43519E+01	.45062E+01	9 AND	11	-.87159E+01
5	2	.22973E+01	.62045E+01	11 AND	13	.26261E+00
6	2	-.19770E+00	.14250E+02	13 AND	15	.80898E+01
7	2	-.10683E+02	-.53155E+01	15 AND	17	.13574E+02
8	2	.29832E+02	.28394E+01	2 AND	4	.14001E+02
9	2	.17848E+01	.60990E+00	4 AND	6	.85703E+01
10	2	.51097E+01	.28806E+01	6 AND	8	.76291E+00
11	2	.37802E+01	.38533E+01	8 AND	10	-.82120E+01
12	2	.28112E+01	.51785E+01	10 AND	12	-.17190E+02
13	2	.55767E+00	.18811E+01	12 AND	14	-.25022E+02
14	2	.27777E+01	.29712E+02	14 AND	16	-.30506E+02
15	2	.15345E+02	.55436E+01	2 AND	3	-.80901E+01
16	2	-.46242E+01	-.35231E+01	4 AND	5	.15139E+02
17	2	-.57196E+01	-.59909E+01	6 AND	7	-.27978E+01
18	2	-.66607E+01	-.67996E+01	8 AND	9	.17836E+00
19	2	-.66645E+01	-.68035E+01	10 AND	11	-.17812E+00
20	2	-.57361E+01	-.60067E+01	12 AND	13	.27755E+01
21	2	-.46588E+01	-.35674E+01	14 AND	15	-.15026E+02
22	2	.15045E+02	.53155E+01	16 AND	17	.79993E+01
23	2	-.48746E+02	-.45177E+02	1 AND	2	.82458E+01
24	2	-.44757E+02	-.48366E+02	16 AND	18	-.82458E+01

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

1	1	.94577E+02	.94577E+02	3 AND	5	
2	1	.85755E+02	.85755E+02	5 AND	7	
3	1	.37737E+02	.37737E+02	7 AND	9	
4	1	.84305E-03	.84305E-03	9 AND	11	
5	1	-.37738E+02	-.37738E+02	11 AND	13	
6	1	-.85755E+02	-.85755E+02	13 AND	15	
7	1	-.94577E+02	-.94577E+02	15 AND	17	
8	1	.11542E+03	.11542E+03	2 AND	4	
9	1	.54245E+02	.54245E+02	4 AND	6	
10	1	.32262E+02	.32262E+02	6 AND	8	
11	1	.52834E-03	.52834E-03	8 AND	10	
12	1	-.32262E+02	-.32262E+02	10 AND	12	
13	1	-.54245E+02	-.54245E+02	12 AND	14	
14	1	-.11542E+03	-.11542E+03	14 AND	16	
15	1	-.15217E+03	-.15217E+03	2 AND	3	
16	1	-.13443E+03	-.13443E+03	4 AND	5	
17	1	-.98397E+02	-.98397E+02	6 AND	7	
18	1	-.35366E+02	-.35366E+02	8 AND	9	
19	1	.35366E+02	.35366E+02	10 AND	11	
20	1	.98398E+02	.98398E+02	12 AND	13	
21	1	.13443E+03	.13443E+03	14 AND	15	
22	1	.15217E+03	.15217E+03	16 AND	17	
23	1	-.13163E+02	-.13163E+02	1 AND	2	
24	1	.13163E+02	.13163E+02	16 AND	18	

1	2	.80901E+01	.80901E+01	3 AND	5	
2	2	-.70485E+01	-.70485E+01	5 AND	7	
3	2	-.42507E+01	-.42507E+01	7 AND	9	
4	2	-.44291E+01	-.44291E+01	9 AND	11	
5	2	-.42509E+01	-.42509E+01	11 AND	13	
6	2	-.70264E+01	-.70264E+01	13 AND	15	
7	2	.79993E+01	.79993E+01	15 AND	17	
8	2	-.16336E+02	-.16336E+02	2 AND	4	
9	2	-.11973E+01	-.11973E+01	4 AND	6	
10	2	-.39951E+01	-.39951E+01	6 AND	8	
11	2	-.38168E+01	-.38168E+01	8 AND	10	
12	2	-.39949E+01	-.39949E+01	10 AND	12	
13	2	-.12194E+01	-.12194E+01	12 AND	14	
14	2	-.16245E+02	-.16245E+02	14 AND	16	

15	2	-.13926E+02	-.13926E+02	2 AND	3
16	2	.54315E+01	.54315E+01	4 AND	5
17	2	.78070E+01	.78070E+01	6 AND	7
18	2	.89736E+01	.89736E+01	8 AND	9
19	2	.89787E+01	.89787E+01	10 AND	11
20	2	.78286E+01	.78286E+01	12 AND	13
21	2	.54842E+01	.54842E+01	14 AND	15
22	2	-.13573E+02	-.13573E+02	16 AND	17
23	2	.17077E+02	.17077E+02	1 AND	2
24	2	.16931E+02	.16931E+02	16 AND	18

JOINT      LOAD-SET      HORIZONTAL FORCE      VERTICAL FORCE      APPLIED MOMENT

1	1	.131632E+02	.245000E+03	.260764E+02
2	1	-.658035E-04	-.305176E-04	-.762939E-05
3	1	.457764E-04	-.349999E+02	.116700E+02
4	1	.305176E-04	-.518799E-03	.152588E-04
5	1	-.457764E-04	-.699998E+02	-.343323E-03
6	1	-.381470E-04	-.268936E-03	-.534058E-04
7	1	.991821E-04	-.700008E+02	-.305176E-04
8	1	.915527E-04	.130463E-02	.572205E-04
9	1	-.915527E-04	-.699987E+02	-.915527E-04
10	1	-.190735E-04	.686646E-04	-.419617E-04
11	1	-.724792E-04	-.700014E+02	.545502E-03
12	1	.137329E-03	.198364E-03	.320435E-03
13	1	.152588E-04	-.700009E+02	.236511E-03
14	1	-.152588E-04	.610352E-04	.000000E+00
15	1	-.152588E-03	-.699991E+02	.350952E-03
16	1	-.858307E-05	-.305176E-04	-.686646E-04
17	1	-.152588E-04	-.349999E+02	-.116699E+02
18	1	-.131631E+02	.245000E+03	-.260761E+02

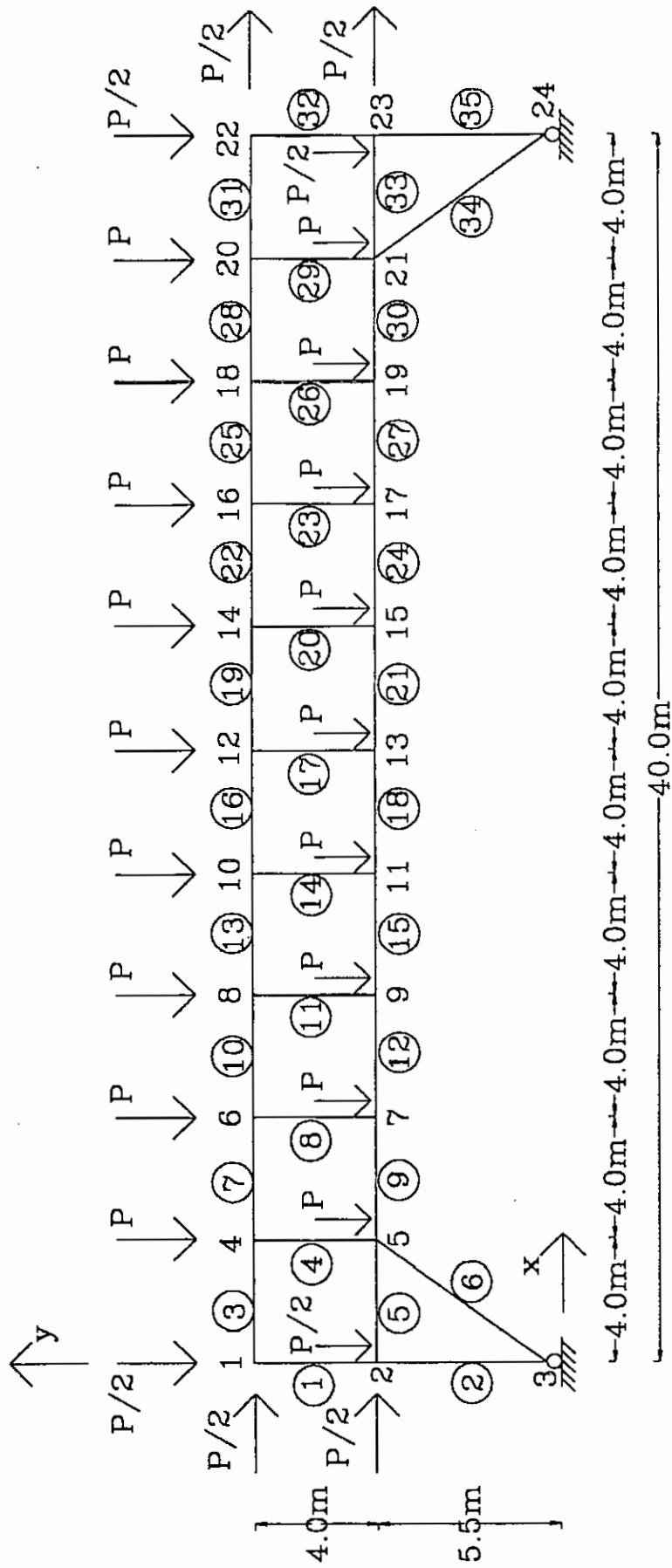
1	2	-.170769E+02	-.824583E+01	-.487458E+02
2	2	.170017E+02	-.286102E-05	.572205E-04
3	2	.170007E+02	.171661E-04	.162125E-04
4	2	-.108957E-02	.286102E-04	.143051E-05
5	2	.457287E-03	-.953674E-05	.121593E-04
6	2	.412464E-03	.858307E-05	.114441E-04
7	2	.569344E-03	-.276566E-04	.953674E-06
8	2	.133991E-02	-.682473E-05	.486374E-04
9	2	.720024E-03	.110269E-05	.524521E-05
10	2	-.231743E-03	.193715E-05	.162125E-04
11	2	.190735E-03	.281036E-04	.367165E-04
12	2	.266314E-02	-.243187E-04	.581741E-04
13	2	.140381E-02	.221729E-04	.534058E-04
14	2	.586510E-04	.219345E-04	-.290871E-04
15	2	.246525E-03	-.114441E-04	.636578E-04
16	2	-.123215E-02	-.572205E-05	-.125885E-03
17	2	.417709E-03	-.953674E-06	-.672340E-04
18	2	-.169314E+02	.824579E+01	-.483659E+02

-----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX1A.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX1A  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
 JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
 when it points to the upper line of the member \*\*\*

Παράδειγμα 2ο



Στο πλαίσιο του σχήματος, του οποίου το ζύγωμα έχει τη μορφή δοκού Vierendeel, οι διαδοκίδες μεταβιβάζουν στους κόμβους κατακόρυφα μοναχικά φορτία. Οι διατομές είναι οι ακόλουθες:

Άνω και κάτω ζύγωμα 40/80

Μέλη 1, 2, 6, 17, 32, 34, 35 40/60

Μέλη 4, 29 40/100

Μέλη 8, 26 40/120

Μέλη 11, 23 40/90

Μέλη 14, 20 40/70

Το υλικό για όλα τα μέλη είναι το σκυρόδεμα με μέτρο ελαστικότητας  $E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$  και μέτρο διάτμησης  $G = 0,84 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^3$

Δεν λαμβάνουμε υπόψη διατμητικές παραμορφώσεις (γι' αυτό δίνουμε σαν  $\beta$  έναν πολύ μεγάλο αριθμό,  $\beta = 0,1 \cdot 10^{22}$ ).

Ζητείται η επίλυση του πλαισίου για τις ακόλουθες περιπτώσεις φόρτισης:

- α) Κατακόρυφη φόρτιση με επικόμβια φορτία ασκούμενα στους κόμβους του άνω και κάτω ζυγώματος, όπως φαίνεται στο σχήμα με  $P=80 \text{ KN}$ .
- β) Οριζόντιες συγκεντρωμένες δυνάμεις (ως δυνάμεις σεισμού) στους κόμβους 1 και 2, όπως φαίνεται στο σχήμα με  $P = 80 \text{ KN}$ .

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος, που έχουν τις ονομασίες EX2 και EX2.OUT.

Τα αποτελέσματα στο EX2.OUT ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία με αυτά που είχαν προκύψει από το πρόγραμμα STRESS[7]



-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

LANE FRAME ELASTIC ANALYSIS

-----  
 (ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX2  
 -----

-----  
 \*\*\* EXAMPLE 2 \*\*\*  
 -----

JOINT AND MEMBER DATA ( 24 JOINTS 35 MEMBERS)

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	9.500	1	1	1
2	.000	5.500	1	1	1
3	.000	.000	0	0	1
4	4.000	9.500	1	1	1
5	4.000	5.500	1	1	1
6	8.000	9.500	1	1	1
7	8.000	5.500	1	1	1
8	12.000	9.500	1	1	1
9	12.000	5.500	1	1	1
10	16.000	9.500	1	1	1
11	16.000	5.500	1	1	1
12	20.000	9.500	1	1	1
13	20.000	5.500	1	1	1
14	24.000	9.500	1	1	1
15	24.000	5.500	1	1	1
16	28.000	9.500	1	1	1
17	28.000	5.500	1	1	1
18	32.000	9.500	1	1	1
19	32.000	5.500	1	1	1
20	36.000	9.500	1	1	1
21	36.000	5.500	1	1	1
22	40.000	9.500	1	1	1
23	40.000	5.500	1	1	1
24	40.000	.000	0	0	1

MEMBER	CONNECTION		INERTIA	AREA	LENGTH
1	1	TO 2	.72000E-02	.24000E+00	.40000E+01
2	2	TO 3	.72000E-02	.24000E+00	.55000E+01
3	1	TO 4	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
4	4	TO 5	.33333E-01	.40000E+00	.40000E+01
5	2	TO 5	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
6	3	TO 5	.72000E-02	.24000E+00	.68007E+01
7	4	TO 6	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
8	6	TO 7	.57600E-01	.48000E+00	.40000E+01
9	5	TO 7	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
10	6	TO 8	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
11	8	TO 9	.24300E-01	.36000E+00	.40000E+01
12	7	TO 9	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
13	8	TO 10	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
14	10	TO 11	.11433E-01	.28000E+00	.40000E+01
15	9	TO 11	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
16	10	TO 12	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
17	12	TO 13	.72000E-02	.24000E+00	.40000E+01
18	11	TO 13	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
19	12	TO 14	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
20	14	TO 15	.11433E-01	.28000E+00	.40000E+01
21	13	TO 15	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
22	14	TO 16	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
23	16	TO 17	.24300E-01	.36000E+00	.40000E+01

24	15	TO	17	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
25	16	TO	18	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
26	18	TO	19	.57600E-01	.48000E+00	.40000E+01
27	17	TO	19	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
28	18	TO	20	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
29	20	TO	21	.33333E-01	.40000E+00	.40000E+01
30	19	TO	21	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
31	20	TO	22	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
32	22	TO	23	.72000E-02	.24000E+00	.40000E+01
33	21	TO	23	.17066E-01	.32000E+00	.40000E+01
34	21	TO	24	.72000E-02	.24000E+00	.68007E+01
35	23	TO	24	.72000E-02	.24000E+00	.55000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
11	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
12	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
13	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
14	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
15	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
16	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
17	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
18	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
19	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
20	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
21	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
22	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
23	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
24	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
25	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
26	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
27	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
28	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
29	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
30	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
31	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
32	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
33	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
34	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
35	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

-----  
THERE ARE 2 LOAD CASES  
-----

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 22 LOADED JOINTS

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
1	.0000	-40.0000	.0000
2	.0000	-40.0000	.0000
4	.0000	-80.0000	.0000
5	.0000	-80.0000	.0000
6	.0000	-80.0000	.0000
7	.0000	-80.0000	.0000
8	.0000	-80.0000	.0000



9	.0000	-80.0000	.0000
10	.0000	-80.0000	.0000
11	.0000	-80.0000	.0000
12	.0000	-80.0000	.0000
13	.0000	-80.0000	.0000
14	.0000	-80.0000	.0000
15	.0000	-80.0000	.0000
16	.0000	-80.0000	.0000
17	.0000	-80.0000	.0000
18	.0000	-80.0000	.0000
19	.0000	-80.0000	.0000
20	.0000	-80.0000	.0000
21	.0000	-80.0000	.0000
22	.0000	-40.0000	.0000
23	.0000	-40.0000	.0000

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS  
 IN LOAD-SET 2 THERE ARE 4 LOADED JOINTS

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
1	40.0000	.0000	.0000
2	40.0000	.0000	.0000
22	40.0000	.0000	.0000
23	40.0000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS  
 \*\*\* EXAMPLE 2 \*\*\*

-----  
 RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 24  
 NUMBER OF MEMBERS = 35  
 DEGREE OF FREEDOM = 68  
 WIDTH OF THE BAND = 12  
 TERMS IN K-MATRIX = 816  
 NO. OF LOAD CASES = 2

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.16961E-02	.21560E-04	.31704E-03
2	1	-.25447E-03	.14560E-04	.22624E-03
3	1	.00000E+00	.00000E+00	-.22782E-03
4	1	.17107E-02	-.16827E-02	.89834E-03
5	1	-.27067E-03	-.14915E-02	.85806E-03
6	1	.16056E-02	-.96330E-02	.10477E-02
7	1	-.52563E-03	-.96296E-02	.10733E-02
8	1	.12156E-02	-.17158E-01	.12171E-02
9	1	-.49562E-03	-.17159E-01	.12127E-02
10	1	.64623E-03	-.23276E-01	.95040E-03
11	1	-.28629E-03	-.23276E-01	.95123E-03
12	1	-.38431E-07	-.25772E-01	.50157E-09
13	1	-.40335E-07	-.25773E-01	.75301E-09
14	1	-.64631E-03	-.23276E-01	-.95039E-03
15	1	.28621E-03	-.23276E-01	-.95123E-03
16	1	-.12157E-02	-.17158E-01	-.12171E-02
17	1	.49554E-03	-.17159E-01	-.12127E-02
18	1	-.16057E-02	-.96331E-02	-.10477E-02
19	1	.52555E-03	-.96297E-02	-.10733E-02
20	1	-.17108E-02	-.16827E-02	-.89835E-03
21	1	.27060E-03	-.14915E-02	-.85806E-03
22	1	-.16962E-02	.21556E-04	-.31705E-03
23	1	.25440E-03	.14557E-04	-.22626E-03
24	1	.00000E+00	.00000E+00	.22780E-03

1	2	.29362E-02	-.10959E-03	.33821E-03
2	2	.25580E-02	-.79690E-04	.36187E-03
3	2	.00000E+00	.00000E+00	.54968E-03
4	2	.28952E-02	-.16146E-02	.13400E-03
5	2	.25518E-02	-.16389E-02	.15467E-03
6	2	.28359E-02	-.17427E-02	.28172E-04
7	2	.26111E-02	-.17435E-02	.22765E-04
8	2	.27931E-02	-.14792E-02	-.46297E-04
9	2	.26538E-02	-.14791E-02	-.45375E-04
10	2	.27687E-02	-.89117E-03	-.13645E-03
11	2	.26782E-02	-.89120E-03	-.13664E-03
12	2	.27614E-02	.46829E-08	-.19748E-03
13	2	.26855E-02	.46790E-08	-.19741E-03
14	2	.27687E-02	.89118E-03	-.13645E-03
15	2	.26782E-02	.89121E-03	-.13664E-03
16	2	.27931E-02	.14793E-02	-.46297E-04
17	2	.26538E-02	.14791E-02	-.45375E-04
18	2	.28359E-02	.17427E-02	.28172E-04
19	2	.26111E-02	.17435E-02	.22765E-04
20	2	.28952E-02	.16146E-02	.13400E-03
21	2	.25518E-02	.16389E-02	.15467E-03
22	2	.29362E-02	.10959E-03	.33821E-03
23	2	.25580E-02	.79690E-04	.36187E-03
24	2	.00000E+00	.00000E+00	.54968E-03

MEMBER LOAD-SET    TERMINAL APPLIED MOMENTS    FROM JOINTS    TENSION FORCE

1	1	-.45557E+02	-.52421E+02	1 AND 2	.88201E+01
2	1	.19985E+02	-.49806E+01	2 AND 3	.13342E+02
3	1	.45557E+02	.14972E+03	1 AND 4	.24495E+02
4	1	.40905E+03	.39495E+03	4 AND 5	-.40152E+03
5	1	.32436E+02	.14565E+03	2 AND 5	-.27222E+02
6	1	.49806E+01	.53265E+02	3 AND 5	-.10119E+04
7	1	-.55878E+03	-.53201E+03	4 AND 6	-.17651E+03
8	1	.94975E+03	.96522E+03	6 AND 7	-.85786E+01
9	1	-.59387E+03	-.55530E+03	5 AND 7	-.42832E+03
10	1	-.41774E+03	-.38738E+03	6 AND 8	-.65525E+03
11	1	.60306E+03	.60193E+03	8 AND 9	.14891E+01
12	1	-.40992E+03	-.38495E+03	7 AND 9	.50419E+02
13	1	-.21568E+03	-.26348E+03	8 AND 10	-.95650E+03
14	1	.25842E+03	.25852E+03	10 AND 11	-.25603E+00
15	1	-.21699E+03	-.26384E+03	9 AND 11	.35167E+03
16	1	.50609E+01	-.16524E+03	10 AND 12	-.10857E+04
17	1	.24782E-04	.43791E-04	12 AND 13	.97176E-01
18	1	.53258E+01	-.16513E+03	11 AND 13	.48090E+03
19	1	.16524E+03	-.50602E+01	12 AND 14	-.10857E+04
20	1	-.25841E+03	-.25851E+03	14 AND 15	-.25523E+00
21	1	.16513E+03	-.53248E+01	13 AND 15	.48090E+03
22	1	.26347E+03	.21568E+03	14 AND 16	-.95650E+03
23	1	-.60306E+03	-.60193E+03	16 AND 17	.14897E+01
24	1	.26384E+03	.21699E+03	15 AND 17	.35167E+03
25	1	.38738E+03	.41773E+03	16 AND 18	-.65525E+03
26	1	-.94975E+03	-.96522E+03	18 AND 19	-.85783E+01
27	1	.38494E+03	.40992E+03	17 AND 19	.50422E+02
28	1	.53201E+03	.55878E+03	18 AND 20	-.17651E+03
29	1	-.40906E+03	-.39496E+03	20 AND 21	-.40152E+03
30	1	.55530E+03	.59387E+03	19 AND 21	-.42832E+03
31	1	-.14972E+03	-.45555E+02	20 AND 22	.24493E+02
32	1	.45555E+02	.52419E+02	22 AND 23	.88188E+01
33	1	-.14565E+03	-.32434E+02	21 AND 23	-.27221E+02
34	1	-.53264E+02	-.49804E+01	21 AND 24	-.10119E+04
35	1	-.19984E+02	.49804E+01	23 AND 24	.13340E+02

1	2	.57049E+02	.58838E+02	1 AND	2	-.37673E+02
2	2	-.66995E+01	.36264E+01	2 AND	3	-.73025E+02
3	2	-.57049E+02	-.93643E+02	1 AND	4	-.68972E+02
4	2	.57784E+02	.65018E+02	4 AND	5	.50863E+02
5	2	-.52138E+02	-.89269E+02	2 AND	5	-.10469E+02
6	2	-.36264E+01	-.21191E+02	3 AND	5	.13005E+03
7	2	.35859E+02	.16896E+02	4 AND	6	-.99672E+02
8	2	-.54103E+02	-.57374E+02	6 AND	7	.20793E+01
9	2	.45442E+02	.21806E+02	5 AND	7	.99672E+02
10	2	.37207E+02	.23863E+02	6 AND	8	-.71803E+02
11	2	-.61854E+02	-.61619E+02	8 AND	9	-.31068E+00
12	2	.35568E+02	.23358E+02	7 AND	9	.71804E+02
13	2	.37991E+02	.21836E+02	8 AND	10	-.40935E+02
14	2	-.57316E+02	-.57338E+02	10 AND	11	.49398E-01
15	2	.38261E+02	.21908E+02	9 AND	11	.40935E+02
16	2	.35480E+02	.24544E+02	10 AND	12	-.12271E+02
17	2	-.49088E+02	-.49083E+02	12 AND	13	.49930E-05
18	2	.35431E+02	.24541E+02	11 AND	13	.12272E+02
19	2	.24544E+02	.35480E+02	12 AND	14	.12272E+02
20	2	-.57316E+02	-.57338E+02	14 AND	15	-.49283E-01
21	2	.24541E+02	.35431E+02	13 AND	15	-.12271E+02
22	2	.21836E+02	.37991E+02	14 AND	16	.40935E+02
23	2	-.61854E+02	-.61619E+02	16 AND	17	.31090E+00
24	2	.21908E+02	.38262E+02	15 AND	17	-.40935E+02
25	2	.23863E+02	.37208E+02	16 AND	18	.71804E+02
26	2	-.54103E+02	-.57373E+02	18 AND	19	-.20799E+01
27	2	.23358E+02	.35568E+02	17 AND	19	-.71804E+02
28	2	.16895E+02	.35858E+02	18 AND	20	.99673E+02
29	2	.57785E+02	.65019E+02	20 AND	21	-.50863E+02
30	2	.21805E+02	.45440E+02	19 AND	21	-.99672E+02
31	2	-.93643E+02	-.57049E+02	20 AND	22	.68971E+02
32	2	.57049E+02	.58838E+02	22 AND	23	.37673E+02
33	2	-.89269E+02	-.52138E+02	21 AND	23	.10469E+02
34	2	-.21191E+02	-.36264E+01	21 AND	24	-.13005E+03
35	2	-.66995E+01	.36264E+01	23 AND	24	.73025E+02

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

1	1	.24494E+02	.24494E+02	1 AND	2	
2	1	-.27280E+01	-.27280E+01	2 AND	3	
3	1	-.48820E+02	-.48820E+02	1 AND	4	
4	1	-.20100E+03	-.20100E+03	4 AND	5	
5	1	-.44522E+02	-.44522E+02	2 AND	5	
6	1	-.85646E+01	-.85646E+01	3 AND	5	
7	1	.27270E+03	.27270E+03	4 AND	6	
8	1	-.47874E+03	-.47874E+03	6 AND	7	
9	1	.28729E+03	.28729E+03	5 AND	7	
10	1	.20128E+03	.20128E+03	6 AND	8	
11	1	-.30125E+03	-.30125E+03	8 AND	9	
12	1	.19872E+03	.19872E+03	7 AND	9	
13	1	.11979E+03	.11979E+03	8 AND	10	
14	1	-.12923E+03	-.12923E+03	10 AND	11	
15	1	.12021E+03	.12021E+03	9 AND	11	
16	1	.40046E+02	.40046E+02	10 AND	12	
17	1	-.17143E-04	-.17143E-04	12 AND	13	
18	1	.39951E+02	.39951E+02	11 AND	13	
19	1	-.40046E+02	-.40046E+02	12 AND	14	
20	1	.12923E+03	.12923E+03	14 AND	15	
21	1	-.39951E+02	-.39951E+02	13 AND	15	
22	1	-.11979E+03	-.11979E+03	14 AND	16	
23	1	.30125E+03	.30125E+03	16 AND	17	
24	1	-.12021E+03	-.12021E+03	15 AND	17	
25	1	-.20128E+03	-.20128E+03	16 AND	18	

26	1	.47874E+03	.47874E+03	18 AND	19
27	1	-.19872E+03	-.19872E+03	17 AND	19
28	1	-.27270E+03	-.27270E+03	18 AND	20
29	1	.20100E+03	.20100E+03	20 AND	21
30	1	-.28729E+03	-.28729E+03	19 AND	21
31	1	.48819E+02	.48819E+02	20 AND	22
32	1	-.24493E+02	-.24493E+02	22 AND	23
33	1	.44521E+02	.44521E+02	21 AND	23
34	1	.85645E+01	.85645E+01	21 AND	24
35	1	.27280E+01	.27280E+01	23 AND	24

1	2	-.28972E+02	-.28972E+02	1 AND	2
2	2	.55874E+00	.55874E+00	2 AND	3
3	2	.37673E+02	.37673E+02	1 AND	4
4	2	-.30701E+02	-.30701E+02	4 AND	5
5	2	.35352E+02	.35352E+02	2 AND	5
6	2	.36492E+01	.36492E+01	3 AND	5
7	2	-.13189E+02	-.13189E+02	4 AND	6
8	2	.27869E+02	.27869E+02	6 AND	7
9	2	-.16812E+02	-.16812E+02	5 AND	7
10	2	-.15268E+02	-.15268E+02	6 AND	8
11	2	.30868E+02	.30868E+02	8 AND	9
12	2	-.14731E+02	-.14731E+02	7 AND	9
13	2	-.14957E+02	-.14957E+02	8 AND	10
14	2	.28664E+02	.28664E+02	10 AND	11
15	2	-.15042E+02	-.15042E+02	9 AND	11
16	2	-.15006E+02	-.15006E+02	10 AND	12
17	2	.24543E+02	.24543E+02	12 AND	13
18	2	-.14993E+02	-.14993E+02	11 AND	13
19	2	-.15006E+02	-.15006E+02	12 AND	14
20	2	.28664E+02	.28664E+02	14 AND	15
21	2	-.14993E+02	-.14993E+02	13 AND	15
22	2	-.14957E+02	-.14957E+02	14 AND	16
23	2	.30868E+02	.30868E+02	16 AND	17
24	2	-.15042E+02	-.15042E+02	15 AND	17
25	2	-.15268E+02	-.15268E+02	16 AND	18
26	2	.27869E+02	.27869E+02	18 AND	19
27	2	-.14731E+02	-.14731E+02	17 AND	19
28	2	-.13188E+02	-.13188E+02	18 AND	20
29	2	-.30701E+02	-.30701E+02	20 AND	21
30	2	-.16811E+02	-.16811E+02	19 AND	21
31	2	.37673E+02	.37673E+02	20 AND	22
32	2	-.28972E+02	-.28972E+02	22 AND	23
33	2	.35352E+02	.35352E+02	21 AND	23
34	2	.36492E+01	.36492E+01	21 AND	24
35	2	.55875E+00	.55875E+00	23 AND	24

JOINT	LOAD-SET	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
1	1	-.236511E-03	-.400000E+02	.190735E-04
2	1	.762939E-05	-.400000E+02	.762939E-05
3	1	.604830E+03	.799987E+03	.143051E-05
4	1	.259399E-03	-.799994E+02	.610352E-04
5	1	.915527E-04	-.799992E+02	.610352E-04
6	1	.122070E-03	-.799955E+02	.244141E-03
7	1	.572205E-04	-.799958E+02	.915527E-04
8	1	.122070E-03	-.800013E+02	-.396729E-03
9	1	-.305176E-04	-.799991E+02	.152588E-04
10	1	-.244141E-03	-.799998E+02	.353336E-03
11	1	.122070E-03	-.800008E+02	.297546E-03
12	1	.000000E+00	-.799944E+02	.610352E-04
13	1	.305176E-04	-.799986E+02	-.305176E-04
14	1	.000000E+00	-.799976E+02	-.640869E-03
15	1	-.610352E-04	-.800003E+02	-.915527E-04

16	1	.610352E-04	-.799999E+02	-.549316E-03
17	1	.648499E-04	-.799988E+02	-.122070E-03
18	1	.228882E-03	-.799990E+02	-.488281E-03
19	1	-.915527E-04	-.799999E+02	-.244141E-03
20	1	.171661E-04	-.799991E+02	.610352E-04
21	1	-.122070E-03	-.799991E+02	.610352E-04
22	1	.135422E-03	-.400000E+02	.114441E-04
23	1	-.293255E-04	-.400000E+02	.133514E-04
24	1	-.604831E+03	.799990E+03	.000000E+00

1	2	.399999E+02	-.381470E-05	.000000E+00
2	2	.399998E+02	-.114441E-04	.762939E-05
3	2	-.799995E+02	-.300020E+02	.169277E-04
4	2	.762939E-04	.854492E-03	.190735E-04
5	2	-.244141E-03	.560760E-03	.953674E-04
6	2	.205994E-03	.307083E-03	-.137329E-03
7	2	-.587463E-03	.123024E-02	-.991821E-04
8	2	.320435E-03	.246048E-03	-.762939E-04
9	2	.164032E-03	-.221252E-03	.152588E-04
10	2	-.162125E-03	.115395E-03	-.801086E-04
11	2	-.229836E-03	-.158310E-03	-.419617E-04
12	2	-.450134E-03	-.286102E-05	.762939E-05
13	2	.591278E-04	-.953674E-06	.419617E-04
14	2	.759125E-03	-.648499E-04	.152588E-04
15	2	.217438E-03	-.181198E-04	-.381470E-05
16	2	-.640869E-03	-.505447E-04	.591278E-04
17	2	.152588E-03	-.591278E-04	.106812E-03
18	2	-.106812E-03	-.289917E-03	-.139236E-03
19	2	-.297546E-03	.801086E-04	.381470E-04
20	2	.228882E-03	-.142670E-02	-.144958E-03
21	2	-.534058E-04	-.259399E-03	.152588E-04
22	2	.399997E+02	.152588E-04	.190735E-04
23	2	.399996E+02	-.762939E-05	.162125E-04
24	2	-.799989E+02	.300011E+02	-.152588E-04

-----  
 -----

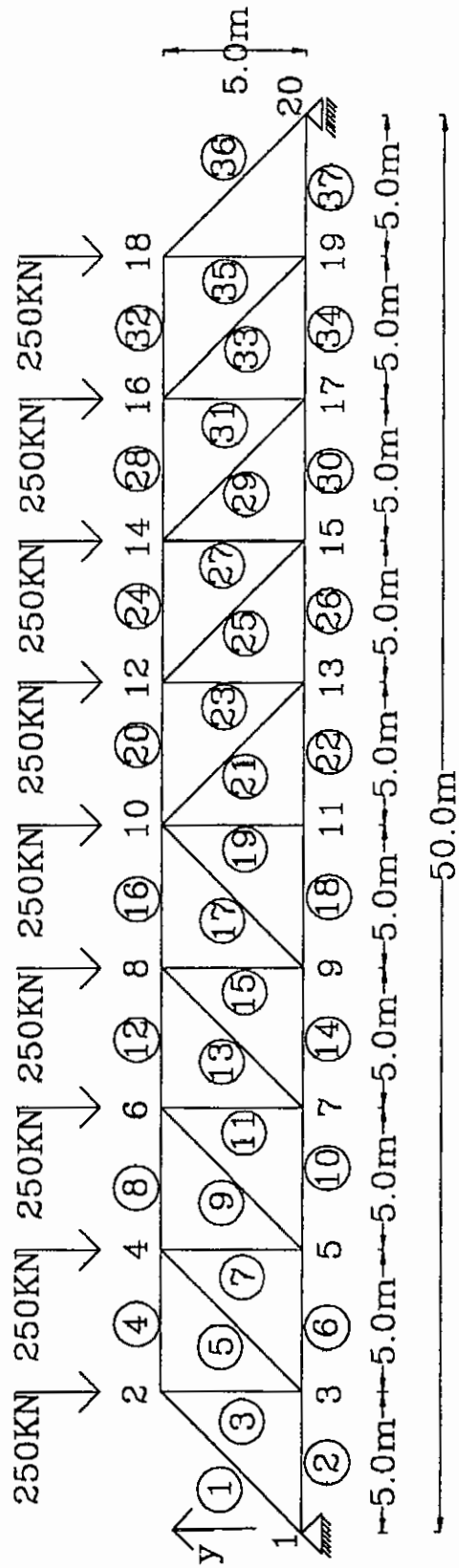
THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX2.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX2  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
 JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
 when it points to the upper line of the member \*\*\*

-----  
 -----

Παράδειγμα 3ο



Στο σχήμα φαίνεται ένας δικτυωτός φορέας, ο οποίος υπολογογίζεται ως πλαίσιο (θεωρώντας άκαμπτη σύνδεση των ράβδων με τους κόμβους). Φαίνεται η φόρτισή του, οι διαστάσεις του και οι συνθήκες στηριξέώς του. Οι διατομές των ράβδων του είναι οι ακόλουθες:

Άνω και κάτω πέλμα	60/60
Ακριανές διαγώνιοι	50/50
Μέλη 3, 5, 9, 29, 33, 35	40/40
Υπόλοιπα μέλη	30/30

Το υλικό είναι το σκυρόδεμα με μέτρο ελαστικότητας  $E = 3 \cdot 10^7$  KN/m<sup>2</sup> και μέτρο διάτμησης  $G = 1,2 \cdot 10^7$  KN/m<sup>2</sup>.

Θεωρείται εξάλλου ότι για όλα τα μέλη το 83,33% της διατομής αντισταται σε διάτμηση ( $\beta = 0,8333$ ).

Ο δικτυωτός φορέας θα επιλυθεί σαν πλαίσιο για την ακόλουθη περίπτωση φόρτισης:

Φόρτιση των κόμβων του άνω πέλματος με εννέα συγκεντρωμένα κατακόρυφα φορτία.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων τουπαρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX3 και EX3.OUT.

Ο παραπάνω δικτυωτός φορέας επιλύθηκε επίσης σαν επίπεδο δικτύωμα (θεωρώντας όλους τους κόμβους του σαν αρθρώσεις). Έτσι φαίνεται, πώς το παρόν πρόγραμμα Η/Υ ανάλυσης επιπέδων πλαισίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την επίλυση επιπέδων δικτυωμάτων. Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX3A και EX3A.OUT

Για λόγους σύγκρισης, το παρόν δικτύωμα επιλύθηκε και με το πρόγραμμα Η/Υ ανάλυσης επιπέδων δικτυωμάτων του ΚΕΦ. 3. Ακολουθούν τα σχετικά αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων που έχουν τις ονομασίες EX3B και EX3B.OUT





-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE FRAME ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX3

\*\*\* EXAMPLE 3 \*\*\*

JOINT AND MEMBER DATA ( 20 JOINTS 37 MEMBERS)

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	0	0	1
2	5.000	5.000	1	1	1
3	5.000	.000	1	1	1
4	10.000	5.000	1	1	1
5	10.000	.000	1	1	1
6	15.000	5.000	1	1	1
7	15.000	.000	1	1	1
8	20.000	5.000	1	1	1
9	20.000	.000	1	1	1
10	25.000	5.000	1	1	1
11	25.000	.000	1	1	1
12	30.000	5.000	1	1	1
13	30.000	.000	1	1	1
14	35.000	5.000	1	1	1
15	35.000	.000	1	1	1
16	40.000	5.000	1	1	1
17	40.000	.000	1	1	1
18	45.000	5.000	1	1	1
19	45.000	.000	1	1	1
20	50.000	.000	1	0	1

MEMBER	CONNECTION		INERTIA	AREA	LENGTH
1	1	TO 2	.52083E-02	.25000E+00	.70711E+01
2	1	TO 3	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
3	2	TO 3	.21333E-02	.16000E+00	.50000E+01
4	2	TO 4	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
5	3	TO 4	.21333E-02	.16000E+00	.70711E+01
6	3	TO 5	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
7	4	TO 5	.67500E-03	.90000E-01	.50000E+01
8	4	TO 6	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
9	5	TO 6	.21333E-02	.16000E+00	.70711E+01
10	5	TO 7	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
11	6	TO 7	.67500E-03	.90000E-01	.50000E+01
12	6	TO 8	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
13	7	TO 8	.67500E-03	.90000E-01	.70711E+01
14	7	TO 9	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
15	8	TO 9	.67500E-03	.90000E-01	.50000E+01
16	8	TO 10	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
17	9	TO 10	.67500E-03	.90000E-01	.70711E+01
18	9	TO 11	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
19	10	TO 11	.67500E-03	.90000E-01	.50000E+01
20	10	TO 12	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
21	10	TO 13	.67500E-03	.90000E-01	.70711E+01
22	11	TO 13	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
23	12	TO 13	.67500E-03	.90000E-01	.50000E+01
24	12	TO 14	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
25	12	TO 15	.67500E-03	.90000E-01	.70711E+01
26	13	TO 15	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
27	14	TO 15	.67500E-03	.90000E-01	.50000E+01

28	14	TO	16	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
29	15	TO	16	.21333E-02	.16000E+00	.70711E+01
30	15	TO	17	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
31	16	TO	17	.67500E-03	.90000E-01	.50000E+01
32	16	TO	18	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
33	16	TO	19	.21333E-02	.16000E+00	.70711E+01
34	17	TO	19	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
35	18	TO	19	.21333E-02	.16000E+00	.50000E+01
36	18	TO	20	.52083E-02	.25000E+00	.70711E+01
37	19	TO	20	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
11	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
12	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
13	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
14	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
15	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
16	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
17	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
18	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
19	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
20	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
21	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
22	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
23	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
24	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
25	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
26	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
27	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
28	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
29	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
30	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
31	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
32	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
33	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
34	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
35	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
36	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
37	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

-----  
THERE ARE 1 LOAD CASES  
-----

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 9 LOADED JOINTS

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
2	.0000	-250.0000	.0000
4	.0000	-250.0000	.0000
6	.0000	-250.0000	.0000
8	.0000	-250.0000	.0000
10	.0000	-250.0000	.0000
12	.0000	-250.0000	.0000
14	.0000	-250.0000	.0000

16 .0000 -250.0000 .0000  
 18 .0000 -250.0000 .0000

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS

\*\*\* EXAMPLE 3 \*\*\*

-----  
 RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 20  
 NUMBER OF MEMBERS = 37  
 DEGREE OF FREEDOM = 57  
 WIDTH OF THE BAND = 12  
 TERMS IN K-MATRIX = 684  
 NO. OF LOAD CASES = 1

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.23751E-02
2	1	.93124E-02	-.11421E-01	.21734E-02
3	1	.52006E-03	-.12294E-01	.23793E-02
4	1	.87851E-02	-.23015E-01	.21410E-02
5	1	.14350E-02	-.24128E-01	.20686E-02
6	1	.78673E-02	-.32402E-01	.15759E-02
7	1	.26440E-02	-.33076E-01	.15011E-02
8	1	.66561E-02	-.38951E-01	.90054E-03
9	1	.40203E-02	-.39164E-01	.81008E-03
10	1	.52784E-02	-.41080E-01	-.59614E-04
11	1	.54562E-02	-.41085E-01	-.27409E-04
12	1	.38989E-02	-.38634E-01	-.84063E-03
13	1	.68921E-02	-.38830E-01	-.90158E-03
14	1	.26881E-02	-.32827E-01	-.14757E-02
15	1	.82704E-02	-.32368E-01	-.15034E-02
16	1	.14791E-02	-.23731E-01	-.21271E-02
17	1	.91880E-02	-.23712E-01	-.19767E-02
18	1	.95411E-03	-.11767E-01	-.22771E-02
19	1	.10103E-01	-.12630E-01	-.23362E-02
20	1	.10622E-01	.00000E+00	-.24784E-02

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	1	.30706E+02 .21789E+02	1 AND 2	-.15812E+04
2	1	-.30706E+02 -.30173E+02	1 AND 3	.11233E+04
3	1	.36385E+02 .41656E+02	2 AND 3	.83872E+03
4	1	-.58174E+02 -.62373E+02	2 AND 4	-.11389E+04
5	1	.21603E+02 .17289E+02	3 AND 4	-.11787E+04
6	1	-.33085E+02 -.73347E+02	3 AND 5	.19763E+04
7	1	.15553E+02 .14967E+02	4 AND 5	.60089E+03
8	1	.29530E+02 -.43705E+02	4 AND 6	-.19824E+04
9	1	.23369E+02 .14451E+02	5 AND 6	-.88424E+03
10	1	.35011E+02 -.38536E+02	5 AND 7	.26115E+04
11	1	.12175E+02 .11569E+02	6 AND 7	.36363E+03
12	1	.17079E+02 -.70445E+02	6 AND 8	-.26162E+04
13	1	.53438E+01 .19042E+01	7 AND 8	-.50317E+03
14	1	.21624E+02 -.67931E+02	7 AND 9	.29727E+04
15	1	.82554E+01 .75226E+01	8 AND 9	.11497E+03
16	1	.60285E+02 -.64151E+02	8 AND 10	-.29759E+04
17	1	.34800E+01 -.15012E+01	9 AND 10	-.17747E+03
18	1	.56928E+02 -.51610E+02	9 AND 11	.31016E+04
19	1	-.32126E+00 -.60401E-01	10 AND 11	.30546E+01
20	1	.65173E+02 -.36047E+02	10 AND 12	-.29797E+04
21	1	.80104E+00 -.40214E+01	10 AND 13	-.17180E+03

22	1	.51671E+02	-.61622E+02	11 AND	13	.31015E+04
23	1	-.63031E+01	-.67968E+01	12 AND	13	.10579E+03
24	1	.42303E+02	-.40004E+02	12 AND	14	-.26152E+04
25	1	.46353E-01	-.37497E+01	12 AND	15	-.51129E+03
26	1	.72440E+02	-.55566E+01	13 AND	15	.29771E+04
27	1	-.88576E+01	-.90819E+01	14 AND	15	-.24780E+03
28	1	.48862E+02	-.35560E+02	14 AND	16	-.26116E+04
29	1	-.90062E+01	-.20296E+02	15 AND	16	.88613E+03
30	1	.27395E+02	-.33948E+02	15 AND	17	.19821E+04
31	1	-.12873E+02	-.11655E+02	16 AND	17	-.10233E+02
32	1	.80778E+02	.61334E+02	16 AND	18	-.11339E+04
33	1	-.12048E+02	-.15832E+02	16 AND	19	-.11886E+04
34	1	.45603E+02	-.97936E+00	17 AND	19	.19772E+04
35	1	-.35173E+02	-.36684E+02	18 AND	19	.82888E+03
36	1	-.26161E+02	-.35056E+02	18 AND	20	-.15746E+04
37	1	.53495E+02	.35056E+02	19 AND	20	.11195E+04

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

1	1	-.74240E+01	-.74240E+01	1 AND	2
2	1	.12176E+02	.12176E+02	1 AND	3
3	1	-.15608E+02	-.15608E+02	2 AND	3
4	1	.24109E+02	.24109E+02	2 AND	4
5	1	-.55002E+01	-.55002E+01	3 AND	4
6	1	.21287E+02	.21287E+02	3 AND	5
7	1	-.61040E+01	-.61040E+01	4 AND	5
8	1	.28349E+01	.28349E+01	4 AND	6
9	1	-.53486E+01	-.53486E+01	5 AND	6
10	1	.70507E+00	.70507E+00	5 AND	7
11	1	-.47488E+01	-.47488E+01	6 AND	7
12	1	.10673E+02	.10673E+02	6 AND	8
13	1	-.10250E+01	-.10250E+01	7 AND	8
14	1	.92615E+01	.92615E+01	7 AND	9
15	1	-.31556E+01	-.31556E+01	8 AND	9
16	1	.77318E+00	.77318E+00	8 AND	10
17	1	-.27985E+00	-.27985E+00	9 AND	10
18	1	-.10636E+01	-.10636E+01	9 AND	11
19	1	.76332E-01	.76332E-01	10 AND	11
20	1	-.58253E+01	-.58253E+01	10 AND	12
21	1	.45542E+00	.45542E+00	10 AND	13
22	1	.19902E+01	.19902E+01	11 AND	13
23	1	.26200E+01	.26200E+01	12 AND	13
24	1	-.45980E+00	-.45980E+00	12 AND	14
25	1	.52374E+00	.52374E+00	12 AND	15
26	1	-.13377E+02	-.13377E+02	13 AND	15
27	1	.35879E+01	.35879E+01	14 AND	15
28	1	-.26604E+01	-.26604E+01	14 AND	16
29	1	.41440E+01	.41440E+01	15 AND	16
30	1	.13107E+01	.13107E+01	15 AND	17
31	1	.49055E+01	.49055E+01	16 AND	17
32	1	-.28422E+02	-.28422E+02	16 AND	18
33	1	.39428E+01	.39428E+01	16 AND	19
34	1	-.89247E+01	-.89247E+01	17 AND	19
35	1	.14371E+02	.14371E+02	18 AND	19
36	1	.86574E+01	.86574E+01	18 AND	20
37	1	-.17710E+02	-.17710E+02	19 AND	20

JOINT      LOAD-SET      HORIZONTAL FORCE      VERTICAL FORCE      APPLIED MOMENT

1	1	-.134277E-02	.112501E+04	-.247955E-04
2	1	-.244141E-03	-.250000E+03	.190735E-04
3	1	-.610352E-03	-.176239E-02	.762939E-05
4	1	.195313E-02	-.249998E+03	-.318527E-03
5	1	.146484E-02	.114959E-02	-.152588E-03

6	1	.317383E-02	-.250002E+03	-.267029E-04
7	1	-.732422E-03	-.432968E-02	.514984E-04
8	1	-.219727E-02	-.250000E+03	.247955E-03
9	1	.000000E+00	-.139427E-02	-.724792E-04
10	1	-.186157E-02	-.249999E+03	.410140E-03
11	1	.341797E-02	-.764608E-03	-.762939E-04
12	1	.332642E-02	-.250006E+03	-.121262E-03
13	1	.732422E-03	.112915E-02	.839233E-04
14	1	.732422E-03	-.250003E+03	-.167847E-03
15	1	-.610352E-02	-.539672E-02	.318527E-03
16	1	-.183105E-03	-.250002E+03	.479698E-03
17	1	-.183105E-02	-.207043E-02	.114441E-04
18	1	.231934E-02	-.249999E+03	.514984E-04
19	1	.122070E-02	-.654221E-03	-.190735E-04
20	1	-.317383E-02	.112501E+04	-.152588E-04

-----  
 -----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX3.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX3  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
 JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
 when it points to the upper line of the member \*\*\*  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 3A \*\*\*

20	37	.000000	.1200E-04			
1		.0000	.0000	0	0	0
2	5.0000	5.0000	.0000	1	1	0
3	5.0000	.0000	.0000	1	1	0
4	10.0000	5.0000	.0000	1	1	0
5	10.0000	.0000	.0000	1	1	0
6	15.0000	5.0000	.0000	1	1	0
7	15.0000	.0000	.0000	1	1	0
8	20.0000	5.0000	.0000	1	1	0
9	20.0000	.0000	.0000	1	1	0
10	25.0000	5.0000	.0000	1	1	0
11	25.0000	.0000	.0000	1	1	0
12	30.0000	5.0000	.0000	1	1	0
13	30.0000	.0000	.0000	1	1	0
14	35.0000	5.0000	.0000	1	1	0
15	35.0000	.0000	.0000	1	1	0
16	40.0000	5.0000	.0000	1	1	0
17	40.0000	.0000	.0000	1	1	0
18	45.0000	5.0000	.0000	1	1	0
19	45.0000	.0000	.0000	1	1	0
20	50.0000	.0000	.0000	1	0	0

1	-1	-2	.52083E-02	.25000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	-1	-3	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	-2	-3	.21333E-02	.16000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	-2	-4	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	-3	-4	.21333E-02	.16000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
6	-3	-5	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
7	-4	-5	.67500E-03	.90000E-01	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
8	-4	-6	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
9	-5	-6	.21333E-02	.16000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
10	-5	-7	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
11	-6	-7	.67500E-03	.90000E-01	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
12	-6	-8	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
13	-7	-8	.67500E-03	.90000E-01	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
14	-7	-9	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
15	-8	-9	.67500E-03	.90000E-01	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
16	-8	-10	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
17	-9	-10	.67500E-03	.90000E-01	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
18	-9	-11	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
19	-10	-11	.67500E-03	.90000E-01	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
20	-10	-12	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
21	-10	-13	.67500E-03	.90000E-01	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
22	-11	-13	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
23	-12	-13	.67500E-03	.90000E-01	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
24	-12	-14	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
25	-12	-15	.67500E-03	.90000E-01	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
26	-13	-15	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
27	-14	-15	.67500E-03	.90000E-01	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
28	-14	-16	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
29	-15	-16	.21333E-02	.16000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
30	-15	-17	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
31	-16	-17	.67500E-03	.90000E-01	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
32	-16	-18	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
33	-16	-19	.21333E-02	.16000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
34	-17	-19	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
35	-18	-19	.21333E-02	.16000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
36	-18	-20	.52083E-02	.25000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
37	-19	-20	.10800E-01	.36000E+00	.30000E+08	.12000E+08	.83330E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

1				
1	9	0		
2			.0000	-250.0000
4			.0000	-250.0000
6			.0000	-250.0000
8			.0000	-250.0000
10			.0000	-250.0000
12			.0000	-250.0000
14			.0000	-250.0000
16			.0000	-250.0000
18			.0000	-250.0000

-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE FRAME ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX3A

\*\*\* EXAMPLE 3A \*\*\*

JOINT AND MEMBER DATA ( 20 JOINTS 37 MEMBERS)

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	0	0	0
2	5.000	5.000	1	1	0
3	5.000	.000	1	1	0
4	10.000	5.000	1	1	0
5	10.000	.000	1	1	0
6	15.000	5.000	1	1	0
7	15.000	.000	1	1	0
8	20.000	5.000	1	1	0
9	20.000	.000	1	1	0
10	25.000	5.000	1	1	0
11	25.000	.000	1	1	0
12	30.000	5.000	1	1	0
13	30.000	.000	1	1	0
14	35.000	5.000	1	1	0
15	35.000	.000	1	1	0
16	40.000	5.000	1	1	0
17	40.000	.000	1	1	0
18	45.000	5.000	1	1	0
19	45.000	.000	1	1	0
20	50.000	.000	1	0	0

MEMBER	CONNECTION		INERTIA	AREA	LENGTH
1	-1	TO -2	.52083E-02	.25000E+00	.70711E+01
2	-1	TO -3	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
3	-2	TO -3	.21333E-02	.16000E+00	.50000E+01
4	-2	TO -4	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
5	-3	TO -4	.21333E-02	.16000E+00	.70711E+01
6	-3	TO -5	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
7	-4	TO -5	.67500E-03	.90000E-01	.50000E+01
8	-4	TO -6	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
9	-5	TO -6	.21333E-02	.16000E+00	.70711E+01
10	-5	TO -7	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
11	-6	TO -7	.67500E-03	.90000E-01	.50000E+01
12	-6	TO -8	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
13	-7	TO -8	.67500E-03	.90000E-01	.70711E+01
14	-7	TO -9	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
15	-8	TO -9	.67500E-03	.90000E-01	.50000E+01
16	-8	TO -10	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
17	-9	TO -10	.67500E-03	.90000E-01	.70711E+01
18	-9	TO -11	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
19	-10	TO -11	.67500E-03	.90000E-01	.50000E+01
20	-10	TO -12	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
21	-10	TO -13	.67500E-03	.90000E-01	.70711E+01
22	-11	TO -13	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
23	-12	TO -13	.67500E-03	.90000E-01	.50000E+01
24	-12	TO -14	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
25	-12	TO -15	.67500E-03	.90000E-01	.70711E+01
26	-13	TO -15	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
27	-14	TO -15	.67500E-03	.90000E-01	.50000E+01

28	-14	TO -16	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
29	-15	TO -16	.21333E-02	.16000E+00	.70711E+01
30	-15	TO -17	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
31	-16	TO -17	.67500E-03	.90000E-01	.50000E+01
32	-16	TO -18	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
33	-16	TO -19	.21333E-02	.16000E+00	.70711E+01
34	-17	TO -19	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01
35	-18	TO -19	.21333E-02	.16000E+00	.50000E+01
36	-18	TO -20	.52083E-02	.25000E+00	.70711E+01
37	-19	TO -20	.10800E-01	.36000E+00	.50000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H. (AB)	PHI.H. (BA)
1	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
11	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
12	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
13	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
14	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
15	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
16	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
17	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
18	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
19	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
20	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
21	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
22	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
23	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
24	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
25	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
26	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
27	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
28	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
29	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
30	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
31	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
32	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
33	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
34	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
35	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
36	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
37	.3000E+08	.1200E+08	.8333E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 9 LOADED JOINTS

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
2	.0000	-250.0000	.0000
4	.0000	-250.0000	.0000
6	.0000	-250.0000	.0000
8	.0000	-250.0000	.0000
10	.0000	-250.0000	.0000
12	.0000	-250.0000	.0000
14	.0000	-250.0000	.0000



16 .0000 -250.0000 .0000  
 18 .0000 -250.0000 .0000

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS

\*\*\* EXAMPLE 3A \*\*\*

-----  
 RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 20  
 NUMBER OF MEMBERS = 37  
 DEGREE OF FREEDOM = 37  
 WIDTH OF THE BAND = 12  
 TERMS IN K-MATRIX = 444  
 NO. OF LOAD CASES = 1

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.93635E-02	-.11485E-01	.00000E+00
3	1	.52084E-03	-.12396E-01	.00000E+00
4	1	.88426E-02	-.23296E-01	.00000E+00
5	1	.14468E-02	-.24454E-01	.00000E+00
6	1	.79167E-02	-.32765E-01	.00000E+00
7	1	.26620E-02	-.33459E-01	.00000E+00
8	1	.67014E-02	-.39463E-01	.00000E+00
9	1	.40509E-02	-.39694E-01	.00000E+00
10	1	.53125E-02	-.41611E-01	.00000E+00
11	1	.54977E-02	-.41611E-01	.00000E+00
12	1	.39236E-02	-.39093E-01	.00000E+00
13	1	.69445E-02	-.39324E-01	.00000E+00
14	1	.27083E-02	-.33182E-01	.00000E+00
15	1	.83334E-02	-.32719E-01	.00000E+00
16	1	.14931E-02	-.24037E-01	.00000E+00
17	1	.92593E-02	-.24037E-01	.00000E+00
18	1	.97222E-03	-.11855E-01	.00000E+00
19	1	.10185E-01	-.12767E-01	.00000E+00
20	1	.10706E-01	.00000E+00	.00000E+00

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	1	.00000E+00	.00000E+00	1 AND 2 -.15910E+04
2	1	.00000E+00	.00000E+00	1 AND 3 .11250E+04
3	1	.00000E+00	.00000E+00	2 AND 3 .87501E+03
4	1	.00000E+00	.00000E+00	2 AND 4 -.11250E+04
5	1	.00000E+00	.00000E+00	3 AND 4 -.12374E+04
6	1	.00000E+00	.00000E+00	3 AND 5 .20000E+04
7	1	.00000E+00	.00000E+00	4 AND 5 .62500E+03
8	1	.00000E+00	.00000E+00	4 AND 6 -.20000E+04
9	1	.00000E+00	.00000E+00	5 AND 6 -.88389E+03
10	1	.00000E+00	.00000E+00	5 AND 7 .26250E+04
11	1	.00000E+00	.00000E+00	6 AND 7 .37500E+03
12	1	.00000E+00	.00000E+00	6 AND 8 -.26250E+04
13	1	.00000E+00	.00000E+00	7 AND 8 -.53034E+03
14	1	.00000E+00	.00000E+00	7 AND 9 .30000E+04
15	1	.00000E+00	.00000E+00	8 AND 9 .12500E+03
16	1	.00000E+00	.00000E+00	8 AND 10 -.30000E+04
17	1	.00000E+00	.00000E+00	9 AND 10 -.17678E+03
18	1	.00000E+00	.00000E+00	9 AND 11 .31250E+04
19	1	.00000E+00	.00000E+00	10 AND 11 -.87953E-03
20	1	.00000E+00	.00000E+00	10 AND 12 -.30000E+04
21	1	.00000E+00	.00000E+00	10 AND 13 -.17678E+03

22	1	.00000E+00	.00000E+00	11 AND	13	.31250E+04
23	1	.00000E+00	.00000E+00	12 AND	13	.12500E+03
24	1	.00000E+00	.00000E+00	12 AND	14	-.26250E+04
25	1	.00000E+00	.00000E+00	12 AND	15	-.53034E+03
26	1	.00000E+00	.00000E+00	13 AND	15	.30000E+04
27	1	.00000E+00	.00000E+00	14 AND	15	-.25000E+03
28	1	.00000E+00	.00000E+00	14 AND	16	-.26250E+04
29	1	.00000E+00	.00000E+00	15 AND	16	.88389E+03
30	1	.00000E+00	.00000E+00	15 AND	17	.20000E+04
31	1	.00000E+00	.00000E+00	16 AND	17	-.51260E-04
32	1	.00000E+00	.00000E+00	16 AND	18	-.11250E+04
33	1	.00000E+00	.00000E+00	16 AND	19	-.12374E+04
34	1	.00000E+00	.00000E+00	17 AND	19	.20000E+04
35	1	.00000E+00	.00000E+00	18 AND	19	.87501E+03
36	1	.00000E+00	.00000E+00	18 AND	20	-.15910E+04
37	1	.00000E+00	.00000E+00	19 AND	20	.11250E+04

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

1	1	.00000E+00	.00000E+00	1 AND	2
2	1	.00000E+00	.00000E+00	1 AND	3
3	1	.00000E+00	.00000E+00	2 AND	3
4	1	.00000E+00	.00000E+00	2 AND	4
5	1	.00000E+00	.00000E+00	3 AND	4
6	1	.00000E+00	.00000E+00	3 AND	5
7	1	.00000E+00	.00000E+00	4 AND	5
8	1	.00000E+00	.00000E+00	4 AND	6
9	1	.00000E+00	.00000E+00	5 AND	6
10	1	.00000E+00	.00000E+00	5 AND	7
11	1	.00000E+00	.00000E+00	6 AND	7
12	1	.00000E+00	.00000E+00	6 AND	8
13	1	.00000E+00	.00000E+00	7 AND	8
14	1	.00000E+00	.00000E+00	7 AND	9
15	1	.00000E+00	.00000E+00	8 AND	9
16	1	.00000E+00	.00000E+00	8 AND	10
17	1	.00000E+00	.00000E+00	9 AND	10
18	1	.00000E+00	.00000E+00	9 AND	11
19	1	.00000E+00	.00000E+00	10 AND	11
20	1	.00000E+00	.00000E+00	10 AND	12
21	1	.00000E+00	.00000E+00	10 AND	13
22	1	.00000E+00	.00000E+00	11 AND	13
23	1	.00000E+00	.00000E+00	12 AND	13
24	1	.00000E+00	.00000E+00	12 AND	14
25	1	.00000E+00	.00000E+00	12 AND	15
26	1	.00000E+00	.00000E+00	13 AND	15
27	1	.00000E+00	.00000E+00	14 AND	15
28	1	.00000E+00	.00000E+00	14 AND	16
29	1	.00000E+00	.00000E+00	15 AND	16
30	1	.00000E+00	.00000E+00	15 AND	17
31	1	.00000E+00	.00000E+00	16 AND	17
32	1	.00000E+00	.00000E+00	16 AND	18
33	1	.00000E+00	.00000E+00	16 AND	19
34	1	.00000E+00	.00000E+00	17 AND	19
35	1	.00000E+00	.00000E+00	18 AND	19
36	1	.00000E+00	.00000E+00	18 AND	20
37	1	.00000E+00	.00000E+00	19 AND	20

JOINT      LOAD-SET      HORIZONTAL FORCE      VERTICAL FORCE      APPLIED MOMENT

1	1	.280762E-02	.112501E+04	.000000E+00
2	1	.732422E-03	-.250001E+03	.000000E+00
3	1	.244141E-03	.122070E-03	.000000E+00
4	1	.000000E+00	-.250001E+03	.000000E+00
5	1	.732422E-03	-.122070E-03	.000000E+00

6	1	.268555E-02	-.250002E+03	.000000E+00
7	1	-.488281E-03	.119019E-02	.000000E+00
8	1	.732422E-03	-.250001E+03	.000000E+00
9	1	-.976563E-03	-.923157E-03	.000000E+00
10	1	-.290680E-02	-.250005E+03	.000000E+00
11	1	.244141E-03	.879526E-03	.000000E+00
12	1	.366211E-03	-.250004E+03	.000000E+00
13	1	-.317383E-02	-.534058E-03	.000000E+00
14	1	.244141E-03	-.249999E+03	.000000E+00
15	1	-.134277E-02	-.305176E-03	.000000E+00
16	1	-.610352E-04	-.250000E+03	.000000E+00
17	1	-.158691E-02	.512600E-04	.000000E+00
18	1	.000000E+00	-.250000E+03	.000000E+00
19	1	.354004E-02	-.976563E-03	.000000E+00
20	1	-.146484E-02	.112501E+04	.000000E+00

-----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX3A.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX3A  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
 JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
 when it points to the upper line of the member \*\*\*  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 3B \*\*\*

20	37	.3000E+08		
1		.0000	0	0
2		5.0000	1	1
3		5.0000	1	1
4		10.0000	1	1
5		10.0000	1	1
6		15.0000	1	1
7		15.0000	1	1
8		20.0000	1	1
9		20.0000	1	1
10		25.0000	1	1
11		25.0000	1	1
12		30.0000	1	1
13		30.0000	1	1
14		35.0000	1	1
15		35.0000	1	1
16		40.0000	1	1
17		40.0000	1	1
18		45.0000	1	1
19		45.0000	1	1
20		50.0000	1	0

1	1	2	.25000E+00
2	1	3	.36000E+00
3	2	3	.16000E+00
4	2	4	.36000E+00
5	3	4	.16000E+00
6	3	5	.36000E+00
7	4	5	.90000E-01
8	4	6	.36000E+00
9	5	6	.16000E+00
10	5	7	.36000E+00
11	6	7	.90000E-01
12	6	8	.36000E+00
13	7	8	.90000E-01
14	7	9	.36000E+00
15	8	9	.90000E-01
16	8	10	.36000E+00
17	9	10	.90000E-01
18	9	11	.36000E+00
19	10	11	.90000E-01
20	10	12	.36000E+00
21	10	13	.90000E-01
22	11	13	.36000E+00
23	12	13	.90000E-01
24	12	14	.36000E+00
25	12	15	.90000E-01
26	13	15	.36000E+00
27	14	15	.90000E-01
28	14	16	.36000E+00
29	15	16	.16000E+00
30	15	17	.36000E+00
31	16	17	.90000E-01
32	16	18	.36000E+00
33	16	19	.16000E+00
34	17	19	.36000E+00
35	18	19	.16000E+00
36	18	20	.25000E+00
37	19	20	.36000E+00

1			
1	9		
2		.0000	-250.0000
4		.0000	-250.0000
6		.0000	-250.0000
8		.0000	-250.0000
10		.0000	-250.0000
12		.0000	-250.0000
14		.0000	-250.0000
16		.0000	-250.0000
18		.0000	-250.0000

-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE TRUSS LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE-EX3B

\*\*\* EXAMPLE 3B \*\*\*

ELASTIC MODULUS = .3000E+08

JOINT AND MEMBER DATA ( 20 JOINTS 37 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

1	.000	.000	0	0
2	5.000	5.000	1	1
3	5.000	.000	1	1
4	10.000	5.000	1	1
5	10.000	.000	1	1
6	15.000	5.000	1	1
7	15.000	.000	1	1
8	20.000	5.000	1	1
9	20.000	.000	1	1
10	25.000	5.000	1	1
11	25.000	.000	1	1
12	30.000	5.000	1	1
13	30.000	.000	1	1
14	35.000	5.000	1	1
15	35.000	.000	1	1
16	40.000	5.000	1	1
17	40.000	.000	1	1
18	45.000	5.000	1	1
19	45.000	.000	1	1
20	50.000	.000	1	0

MEMBER	CONNECTION	SECTION-AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.25000E+00	.70711E+01
2	1 TO 3	.36000E+00	.50000E+01
3	2 TO 3	.16000E+00	.50000E+01
4	2 TO 4	.36000E+00	.50000E+01
5	3 TO 4	.16000E+00	.70711E+01
6	3 TO 5	.36000E+00	.50000E+01
7	4 TO 5	.90000E-01	.50000E+01
8	4 TO 6	.36000E+00	.50000E+01
9	5 TO 6	.16000E+00	.70711E+01
10	5 TO 7	.36000E+00	.50000E+01
11	6 TO 7	.90000E-01	.50000E+01
12	6 TO 8	.36000E+00	.50000E+01
13	7 TO 8	.90000E-01	.70711E+01
14	7 TO 9	.36000E+00	.50000E+01
15	8 TO 9	.90000E-01	.50000E+01
16	8 TO 10	.36000E+00	.50000E+01
17	9 TO 10	.90000E-01	.70711E+01
18	9 TO 11	.36000E+00	.50000E+01
19	10 TO 11	.90000E-01	.50000E+01
20	10 TO 12	.36000E+00	.50000E+01
21	10 TO 13	.90000E-01	.70711E+01
22	11 TO 13	.36000E+00	.50000E+01
23	12 TO 13	.90000E-01	.50000E+01

24	12	TO	14	.36000E+00	.50000E+01
25	12	TO	15	.90000E-01	.70711E+01
26	13	TO	15	.36000E+00	.50000E+01
27	14	TO	15	.90000E-01	.50000E+01
28	14	TO	16	.36000E+00	.50000E+01
29	15	TO	16	.16000E+00	.70711E+01
30	15	TO	17	.36000E+00	.50000E+01
31	16	TO	17	.90000E-01	.50000E+01
32	16	TO	18	.36000E+00	.50000E+01
33	16	TO	19	.16000E+00	.70711E+01
34	17	TO	19	.36000E+00	.50000E+01
35	18	TO	19	.16000E+00	.50000E+01
36	18	TO	20	.25000E+00	.70711E+01
37	19	TO	20	.36000E+00	.50000E+01

-----  
THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 9 LOADED JOINTS

LOAD-SET	JOINT	X-FORCE	Y-FORCE
1	2	.00000E+00	-.25000E+03
1	4	.00000E+00	-.25000E+03
1	6	.00000E+00	-.25000E+03
1	8	.00000E+00	-.25000E+03
1	10	.00000E+00	-.25000E+03
1	12	.00000E+00	-.25000E+03
1	14	.00000E+00	-.25000E+03
1	16	.00000E+00	-.25000E+03
1	18	.00000E+00	-.25000E+03

-----  
\*\*\* EXAMPLE 3B \*\*\*

-----  
DEGREE OF FREEDOM = 37  
WIDTH OF THE BAND = 8  
TERMS IN K-MATRIX = 296  
NO. OF LOAD CASES = 1

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT
1	1	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.93635E-02	-.11485E-01
3	1	.52084E-03	-.12396E-01
4	1	.88426E-02	-.23296E-01
5	1	.14468E-02	-.24454E-01
6	1	.79167E-02	-.32765E-01
7	1	.26620E-02	-.33459E-01
8	1	.67014E-02	-.39463E-01
9	1	.40509E-02	-.39694E-01
10	1	.53125E-02	-.41611E-01
11	1	.54977E-02	-.41611E-01
12	1	.39236E-02	-.39093E-01
13	1	.69445E-02	-.39324E-01
14	1	.27083E-02	-.33182E-01
15	1	.83334E-02	-.32719E-01
16	1	.14931E-02	-.24037E-01
17	1	.92593E-02	-.24037E-01
18	1	.97222E-03	-.11855E-01
19	1	.10185E-01	-.12767E-01
20	1	.10706E-01	.00000E+00

-----  
MEMBER LOAD-SET BAR-TENSION AXIAL-STRESS MEMBER-ENDS

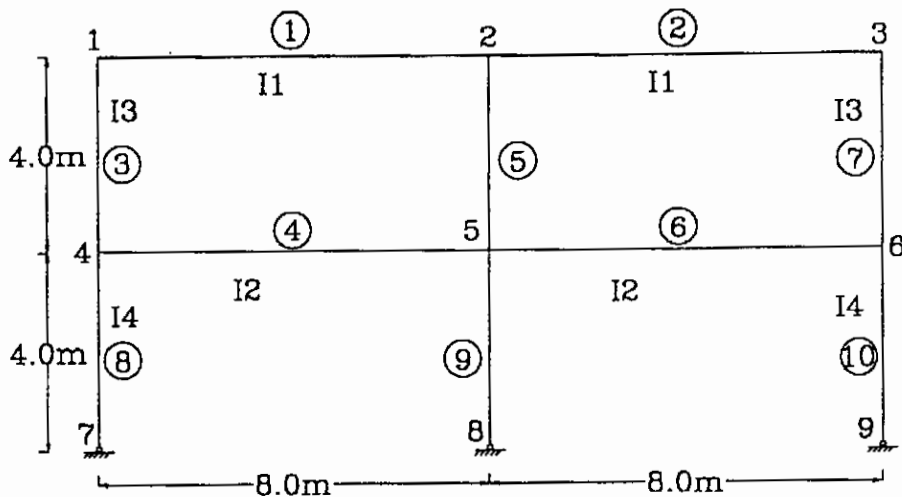
1	1	-.15910E+04	-.63640E+04	1	2
2	1	.11250E+04	.31250E+04	1	3
3	1	.87501E+03	.54688E+04	2	3

4	1	-.11250E+04	-.31250E+04	2	4
5	1	-.12374E+04	-.77340E+04	3	4
6	1	.20000E+04	.55556E+04	3	5
7	1	.62500E+03	.69445E+04	4	5
8	1	-.20000E+04	-.55556E+04	4	6
9	1	-.88389E+03	-.55243E+04	5	6
10	1	.26250E+04	.72917E+04	5	7
11	1	.37500E+03	.41667E+04	6	7
12	1	-.26250E+04	-.72917E+04	6	8
13	1	-.53033E+03	-.58926E+04	7	8
14	1	.30000E+04	.83334E+04	7	9
15	1	.12500E+03	.13889E+04	8	9
16	1	-.30000E+04	-.83334E+04	8	10
17	1	-.17678E+03	-.19642E+04	9	10
18	1	.31250E+04	.86806E+04	9	11
19	1	-.23198E-03	-.25775E-02	10	11
20	1	-.30000E+04	-.83334E+04	10	12
21	1	-.17678E+03	-.19642E+04	10	13
22	1	.31250E+04	.86806E+04	11	13
23	1	.12500E+03	.13889E+04	12	13
24	1	-.26250E+04	-.72917E+04	12	14
25	1	-.53034E+03	-.58926E+04	12	15
26	1	.30000E+04	.83334E+04	13	15
27	1	-.25000E+03	-.27778E+04	14	15
28	1	-.26250E+04	-.72917E+04	14	16
29	1	.88389E+03	.55243E+04	15	16
30	1	.20000E+04	.55556E+04	15	17
31	1	.47448E-03	.52720E-02	16	17
32	1	-.11250E+04	-.31250E+04	16	18
33	1	-.12374E+04	-.77340E+04	16	19
34	1	.20000E+04	.55556E+04	17	19
35	1	.87501E+03	.54688E+04	18	19
36	1	-.15910E+04	-.63640E+04	18	20
37	1	.11250E+04	.31250E+04	19	20

JOINT	LOAD-SET	HORIZ-FORCE	VERT-FORCE
1	1	.26855E-02	.11250E+04
2	1	.48828E-03	-.25000E+03
3	1	.00000E+00	.12207E-03
4	1	.24414E-03	-.25000E+03
5	1	.73242E-03	.24414E-03
6	1	.29297E-02	-.25000E+03
7	1	-.14648E-02	.57983E-03
8	1	.24414E-03	-.25000E+03
9	1	-.14648E-02	.45776E-04
10	1	-.20981E-02	-.25000E+03
11	1	-.24414E-03	.23198E-03
12	1	.64087E-03	-.25000E+03
13	1	-.29297E-02	-.12283E-02
14	1	.24414E-03	-.25000E+03
15	1	-.73242E-03	-.30518E-03
16	1	-.42725E-03	-.25000E+03
17	1	-.18311E-02	-.47448E-03
18	1	.12207E-03	-.25000E+03
19	1	.35400E-02	-.97656E-03
20	1	-.97656E-03	.11250E+04

-----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN THE FILE-EX3B.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX3B  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID  
 -----

**Παράδειγμα 4ο**



Ζητείται να επιλυθεί το πλαίσιο του σχήματος για μεταβολή της θερμοκρασίας των εξωτερικών ράβδων κατά  $+30^{\circ}\text{C}$  και των εσωτερικών κατά  $+15^{\circ}\text{C}$ .

Δίδονται:

Για το άνω ζύγωμα ροπή αδρανείας  $I_1 = 0,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}^4$

Για το κάτω ζύγωμα ροπή αδρανείας  $I_2 = 0,16 \cdot 10^{-1} \text{ m}^4$ .

Για το άνω υποστύλωμα  $I_3 = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$

Για το κάτω υποστύλωμα  $I_4 = 0,12 \cdot 10^{-2} \text{ m}^4$ .

Το υλικό για όλα τα μέλη είναι το σκυρόδεμα με μέτρο ελαστικότητας  $E = 21 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$  και μέτρο διάτμησης  $G = 84 \cdot 10^5 \text{ KN/m}^2$

Η θερμοκρασιακή αύξηση, λόγω του ότι δεν είναι ίδια για όλα τα μέλη, θα δοθεί για κάθε ένα μέλος με την μορφή αρχικής αξονικής επιμήκυνσης  $e^H$  ( $e^H = \alpha_r \cdot l \cdot \Delta T$  όπου  $\alpha_r$  ο συντελεστής θερμικής διαστολής,  $l$  το μήκος της ράβδου και  $\Delta T$  η θερμοκρασιακή μεταβολή).

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX4 και EX4.OUT.



Η επίλυσή του με την μέθοδο των παραμορφώσεων (κλασική μέθοδο με το χέρι) υπάρχει στο βιβλίο του Β.Α. Βασίλα [ 8 ]. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων, και αυτά ευρέθησαν σε καλή συμφωνία μεταξύ τους.

\*\*\* EXAMPLE 4 \*\*\*

9	10	.000000	.1200E-04																		
1		.0000	8.0000	1	1	1															
2		8.0000	8.0000	1	1	1															
3		16.0000	8.0000	1	1	1															
4		.0000	4.0000	1	1	1															
5		8.0000	4.0000	1	1	1															
6		16.0000	4.0000	1	1	1															
7		.0000	.0000	0	0	1															
8		8.0000	.0000	0	0	1															
9		16.0000	.0000	0	0	1															
1	1	2	.8000E-02	.3100E+00	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.2880E-02	.0000E+00	.0000E+00											
2	2	3	.8000E-02	.3100E+00	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.2880E-02	.0000E+00	.0000E+00											
3	1	4	.8000E-03	.0980E+00	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.1440E-02	.0000E+00	.0000E+00											
4	4	5	.1600E-01	.4400E+00	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.1440E-02	.0000E+00	.0000E+00											
5	2	5	.8000E-03	.0980E+00	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.7200E-03	.0000E+00	.0000E+00											
6	5	6	.1600E-01	.4400E+00	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.1440E-02	.0000E+00	.0000E+00											
7	3	6	.8000E-03	.0980E+00	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.1440E-02	.0000E+00	.0000E+00											
8	4	7	.1200E-02	.1200E+00	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.1440E-02	.0000E+00	.0000E+00											
9	5	8	.1200E-02	.1200E+00	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.7200E-03	.0000E+00	.0000E+00											
10	6	9	.1200E-02	.1200E+00	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.1440E-02	.0000E+00	.0000E+00											
1																					
1	0	0																			

-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

LANE FRAME ELASTIC ANALYSIS

-----  
 (ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX4  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 4 \*\*\*

-----  
 JOINT AND MEMBER DATA ( 9 JOINTS 10 MEMBERS)

JOINT	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	8.000	1	1	1
2	8.000	8.000	1	1	1
3	16.000	8.000	1	1	1
4	.000	4.000	1	1	1
5	8.000	4.000	1	1	1
6	16.000	4.000	1	1	1
7	.000	.000	0	0	1
8	8.000	.000	0	0	1
9	16.000	.000	0	0	1

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.80000E-02	.31000E+00	.80000E+01
2	2 TO 3	.80000E-02	.31000E+00	.80000E+01
3	1 TO 4	.80000E-03	.98000E-01	.40000E+01
4	4 TO 5	.16000E-01	.44000E+00	.80000E+01
5	2 TO 5	.80000E-03	.98000E-01	.40000E+01
6	5 TO 6	.16000E-01	.44000E+00	.80000E+01
7	3 TO 6	.80000E-03	.98000E-01	.40000E+01
8	4 TO 7	.12000E-02	.12000E+00	.40000E+01
9	5 TO 8	.12000E-02	.12000E+00	.40000E+01
10	6 TO 9	.12000E-02	.12000E+00	.40000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.2880E-02	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.2880E-02	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.1440E-02	.0000E+00	.0000E+00
4	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.1440E-02	.0000E+00	.0000E+00
5	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.7200E-03	.0000E+00	.0000E+00
6	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.1440E-02	.0000E+00	.0000E+00
7	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.1440E-02	.0000E+00	.0000E+00
8	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.1440E-02	.0000E+00	.0000E+00
9	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.7200E-03	.0000E+00	.0000E+00
10	.2100E+08	.8400E+07	.1000E+22	.1440E-02	.0000E+00	.0000E+00

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

-----  
 THERE ARE 1 LOAD CASES

LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED JOINTS  
 LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS

\*\*\* EXAMPLE 4 \*\*\*

-----  
 RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 9  
 NUMBER OF MEMBERS = 10  
 DEGREE OF FREEDOM = 21  
 WIDTH OF THE BAND = 12  
 TERMS IN K-MATRIX = 252

NO. OF LOAD CASES = 1

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	-.28733E-02	.28603E-02	.12452E-03
2	1	-.13120E-07	.14793E-02	.17937E-09
3	1	.28733E-02	.28603E-02	-.12452E-03
4	1	-.14432E-02	.14271E-02	.22509E-04
5	1	-.33637E-07	.74582E-03	.45684E-10
6	1	.14431E-02	.14271E-02	-.22510E-04
7	1	.00000E+00	.00000E+00	-.55244E-03
8	1	.00000E+00	.00000E+00	-.12714E-07
9	1	.00000E+00	.00000E+00	.55242E-03

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE	
1	1	-.11291E+02	-.16521E+02	1 AND 2	-.54314E+01
2	1	.16521E+02	.11291E+02	2 AND 3	-.54314E+01
3	1	.11291E+02	.10434E+02	1 AND 4	-.34765E+01
4	1	-.17679E+02	-.19569E+02	4 AND 5	.36204E+01
5	1	-.12586E-03	-.12698E-03	2 AND 5	.69530E+01
6	1	.19569E+02	.17679E+02	5 AND 6	.36200E+01
7	1	-.11291E+02	-.10434E+02	3 AND 6	-.34766E+01
8	1	.72444E+01	.33290E-06	4 AND 7	-.81325E+01
9	1	.15883E-03	-.19396E-05	5 AND 8	.16265E+02
10	1	-.72441E+01	.70175E-06	6 AND 9	-.81327E+01

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED SHEARS	FROM JOINTS	
1	1	.34765E+01	.34765E+01	1 AND 2
2	1	-.34765E+01	-.34765E+01	2 AND 3
3	1	-.54313E+01	-.54313E+01	1 AND 4
4	1	.46560E+01	.46560E+01	4 AND 5
5	1	.63210E-04	.63210E-04	2 AND 5
6	1	-.46560E+01	-.46560E+01	5 AND 6
7	1	.54314E+01	.54314E+01	3 AND 6
8	1	-.18111E+01	-.18111E+01	4 AND 7
9	1	-.39222E-04	-.39222E-04	5 AND 8
10	1	.18110E+01	.18110E+01	6 AND 9

JOINT	LOAD-SET	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
1	1	.748634E-04	.190735E-05	-.476837E-05
2	1	.632103E-04	-.162125E-04	.259897E-07
3	1	.419617E-04	-.164509E-04	-.286102E-05
4	1	-.138044E-03	-.123978E-04	-.476837E-06
5	1	.263808E-03	-.534058E-04	.518223E-06
6	1	-.423074E-03	-.146866E-03	-.381470E-05
7	1	.181110E+01	.813251E+01	.332896E-06
8	1	.392221E-04	-.162650E+02	-.193957E-05
9	1	-.181102E+01	.813269E+01	.701755E-06

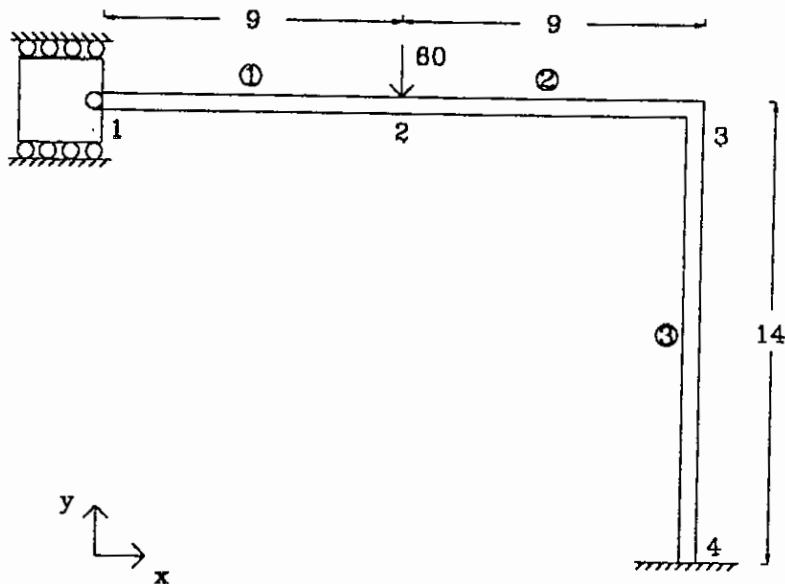
THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX4.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX4  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
when it points to the upper line of the member \*\*\*

-----

### Παράδειγμα 5ο



Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο πλαίσιο με την φόρτιση και τις διαστάσεις του καθώς και τις συνθήκες στηριξεώς του. Για το πλαίσιο αυτό ισχύουν:

Στο ζύγωμα (δηλαδή μέλη 1 και 2) εμβαδόν διατομής  $0,02 \text{ m}^2$  και ροπή αδρανείας  $I = 0,001 \text{ m}^4$ .

Στο υποστύλωνμα (δηλαδή μέλος 3) εμβαδόν διατομής  $0,03 \text{ m}^2$  και ροπή αδρανείας  $I = 0,002 \text{ m}^4$ .

Για όλα τα μέλη το μέτρο ελαστικότητας λαμβάνεται  $E = 200 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$  και το μέτρο διάτμησης  $G = 80 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$ .

Θεωρείται εξάλλου, ότι για όλα τα μέλη το 60% της διατομής ανθίσταται σε διάτμηση ( $\beta = 0,6$ ).

Το μέλος 2 έχει αρχική επιμήκυνση  $0,01 \text{ m}$

Η αρχική καμπυλότητα στο μέλος 3 είναι  $0,05 \text{ rad}$ , δηλαδή οι αρχικές κλίσεις των άκρων του μέλους 3 είναι  $0,025$  και  $-0,025$ .

Η γενική θερμοκρασιακή αύξηση είναι  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  και ο συντελεστής θερμοκρασιακής διαστολής  $0,000011/^\circ\text{C}$ .

Ζητείται να επιλυθεί το πλαίσιο για την ακόλουθη περίπτωση φόρτισης : Κατακόρυφο συγκεντρωμένο φορτίο στον κόμβο 2 όπως φαίνεται στο σχήμα, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη την γενική θερμοκρασιακή αύξηση κατά  $100^{\circ}\text{C}$  και τις αρχικές παραμορφώσεις των μελών 2 και 3.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX5 και EX5.OUT.

\*\*\* EXAMPLE 5 \*\*\*

4	3	100.000000	.1100E-04							
1		.0000	14.0000	1	0	0				
2		9.0000	14.0000	1	1	1				
3		18.0000	14.0000	1	1	1				
4		18.0000	.0000	0	0	0				
1	-1	2	.10000E-02	.20000E-01	.20000E+09	.80000E+08	.60000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	3	.10000E-02	.20000E-01	.20000E+09	.80000E+08	.60000E+00	.10000E-01	.00000E+00	.00000E+00
3	3	4	.20000E-02	.30000E-01	.20000E+09	.80000E+08	.60000E+00	.00000E+00	.25000E-01	-.25000E-01
1										
1	1	0								
2			.0000	-60.0000	.0000					



-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM  
 -----

ACADEMIC YEAR 1995-1996  
 -----

LANE FRAME ELASTIC ANALYSIS  
 -----

ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX5  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 5 \*\*\*  
 -----

JOINT AND MEMBER DATA ( 4 JOINTS 3 MEMBERS)  
 -----

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	14.000	1	0	0
2	9.000	14.000	1	1	1
3	18.000	14.000	1	1	1
4	18.000	.000	0	0	0

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	AREA	LENGTH
1	-1 TO 2	.10000E-02	.20000E-01	.90000E+01
2	2 TO 3	.10000E-02	.20000E-01	.90000E+01
3	3 TO 4	.20000E-02	.30000E-01	.14000E+02

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2000E+09	.8000E+08	.6000E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2000E+09	.8000E+08	.6000E+00	.1000E-01	.0000E+00	.0000E+00
3	.2000E+09	.8000E+08	.6000E+00	.0000E+00	.2500E-01	-.2500E-00

TEMPERATURE RISE = 100.00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1100E-04  
 -----

HERE ARE 1 LOAD CASES  
 -----

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS  
 -----

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
2	.0000	-60.0000	.0000

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 5 \*\*\*  
 -----

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 4  
 NUMBER OF MEMBERS = 3  
 DEGREE OF FREEDOM = 7  
 WIDTH OF THE BAND = 6  
 TERMS IN K-MATRIX = 42  
 NO. OF LOAD CASES = 1

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.10584E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.11574E+00	.59462E-01	-.40757E-02
3	1	.13564E+00	.15217E-01	.19378E-01
4	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	1	.00000E+00	.16746E+03	1 AND 2 .97656E-03

2	1	-.16746E+03	.87491E+03	2 AND	3	.19531E-02
3	1	-.87491E+03	.87493E+03	3 AND	4	-.78606E+02

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

1	1	-.18606E+02	-.18606E+02	1 AND	2
2	1	-.78606E+02	-.78606E+02	2 AND	3
3	1	-.14474E-02	-.14474E-02	3 AND	4

JOINT      LOAD-SET      HORIZONTAL FORCE      VERTICAL FORCE      APPLIED MOMENT

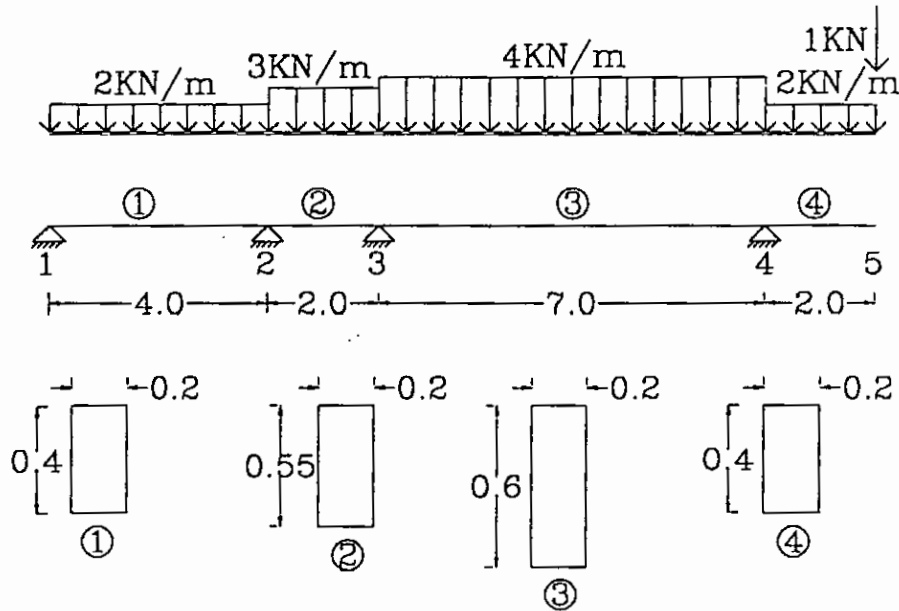
1	1	-.976563E-03	-.186063E+02	.000000E+00
2	1	-.976563E-03	-.600000E+02	-.106812E-03
3	1	.504561E-03	.335693E-03	.610352E-04
4	1	.144856E-02	.786060E+02	.874934E+03

-----  
 -----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX5.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX5  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
 JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
 when it points to the upper line of the member \*\*\*  
 -----

### Παράδειγμα 6ο



Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται μία συνεχής δοκός με τη φόρτιση και τις διαστάσεις της καθώς και τις συνθήκες στηρίξεώς της.

Το μέτρο ελαστικότητας  $E = 0,26 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$  και το μέτρο διάτμησης  $G = 0,104 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$ . Οι διατομές της κάθε ράβδου φαίνονται στο σχήμα. Δεν λαμβάνουμε υπ' όψη διατμητικές παραμορφώσεις (γι' αυτό δίνουμε στα δεδομένα του προγράμματος σαν β έναν μεγάλο αριθμό,  $\beta = 0,1 \cdot 10^{22}$ ).

Ζητείται η επίλυση της δοκού για τις ακόλουθες περιπτώσεις φόρτισης:

- α) Ομοιόμορφη φόρτιση σε όλη τη δοκό, όπως φαίνεται στο σχήμα.
- β) Φόρτιση του κόμβου 5 με κατακόρυφο συγκεντρωμένο φορτίο 1 KN.
- γ) Συνδυασμός των φορτίσεων α και β.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX6 και EX6.OUT.

\*\*\* EXAMPLE 6 \*\*\*

5	4	.000000	.1200E-04								
1		.0000	.0000	0	0	1					
2		4.0000	.0000	0	0	1					
3		6.0000	.0000	0	0	1					
4		13.0000	.0000	0	0	1					
5		15.0000	.0000	1	1	1					
1	1	2	.10700E-02	.80000E-01	.26000E+08	.10400E+08	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	3	.27700E-02	.11000E+00	.26000E+08	.10400E+08	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	3	4	.36000E-02	.12000E+00	.26000E+08	.10400E+08	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	4	5	.10600E-02	.80000E-01	.26000E+08	.10400E+08	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2											
1	0	4									
1			2.0000								
2			3.0000								
3			4.0000								
4			2.0000								
2	1	0									
5			.0000	-1.0000	.0000						

-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM  
 ACADEMIC YEAR 1995-1996  
 -----

LANE FRAME ELASTIC ANALYSIS  
 -----

ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX6  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 6 \*\*\*  
 -----

JOINT AND MEMBER DATA ( 5 JOINTS 4 MEMBERS)

JOINT	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	0	0	1
2	4.000	.000	0	0	1
3	6.000	.000	0	0	1
4	13.000	.000	0	0	1
5	15.000	.000	1	1	1

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.10700E-02	.80000E-01	.40000E+01
2	2 TO 3	.27700E-02	.11000E+00	.20000E+01
3	3 TO 4	.36000E-02	.12000E+00	.70000E+01
4	4 TO 5	.10600E-02	.80000E-01	.20000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2600E+08	.1040E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2600E+08	.1040E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2600E+08	.1040E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.2600E+08	.1040E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04  
 -----

HERE ARE 2 LOAD CASES  
 -----

LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED JOINTS  
 LOAD-SET 1 THERE ARE 4 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
1	1	2.00000
2	1	3.00000
3	1	4.00000
4	1	2.00000

LOAD-SET 2 THERE ARE 1 LOADED JOINTS  
 -----

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
5	.0000	-1.0000	.0000

LOAD-SET 2 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 6 \*\*\*  
 -----

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 5  
 NUMBER OF MEMBERS = 4  
 DEGREE OF FREEDOM = 7  
 WIDTH OF THE BAND = 6  
 TERMS IN K-MATRIX = 42  
 NO. OF LOAD CASES = 2

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.13757E-03
2	1	.00000E+00	.00000E+00	-.83431E-04
3	1	.00000E+00	.00000E+00	.14938E-03
4	1	.00000E+00	.00000E+00	-.30528E-03
5	1	.00000E+00	.46542E-03	-.20852E-03
-----				
1	2	.00000E+00	.00000E+00	-.14300E-05
2	2	.00000E+00	.00000E+00	.28601E-05
3	2	.00000E+00	.00000E+00	-.65488E-05
4	2	.00000E+00	.00000E+00	.40668E-04
5	2	.00000E+00	-.17809E-03	.11324E-03

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE	
1	1	-.23842E-06	.22592E+01	1 AND 2	.00000E+00
2	1	-.22592E+01	.16508E+02	2 AND 3	.00000E+00
3	1	-.16508E+02	.40000E+01	3 AND 4	.00000E+00
4	1	-.40000E+01	-.23842E-06	4 AND 5	.00000E+00
-----					
1	2	-.13633E-08	.59676E-01	1 AND 2	.00000E+00
2	2	-.59676E-01	-.73730E+00	2 AND 3	.00000E+00
3	2	.73730E+00	.20000E+01	3 AND 4	.00000E+00
4	2	-.20000E+01	.15420E-06	4 AND 5	.00000E+00

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED SHEARS	FROM JOINTS	
1	1	.34352E+01	-.45648E+01	1 AND 2
2	1	-.41243E+01	-.10124E+02	2 AND 3
3	1	.15787E+02	-.12213E+02	3 AND 4
4	1	.40000E+01	-.23842E-06	4 AND 5
-----				
1	2	-.14919E-01	-.14919E-01	1 AND 2
2	2	.39849E+00	.39849E+00	2 AND 3
3	2	-.39104E+00	-.39104E+00	3 AND 4
4	2	.10000E+01	.10000E+01	4 AND 5

JOINT	LOAD-SET	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
1	1	.000000E+00	.343520E+01	-.238419E-06
2	1	.000000E+00	.440513E+00	.000000E+00
3	1	.000000E+00	.259111E+02	.000000E+00
4	1	.000000E+00	.162132E+02	.268221E-05
5	1	.000000E+00	.238419E-06	-.238419E-06
-----				
1	2	.000000E+00	-.149189E-01	-.136333E-08
2	2	.000000E+00	.413407E+00	-.149012E-07
3	2	.000000E+00	-.789531E+00	.000000E+00
4	2	.000000E+00	.139104E+01	.000000E+00
5	2	.000000E+00	-.100000E+01	.154202E-06

\*\*\* EXAMPLE 6 \*\*\*

THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE 1 \* 1.000  
LOAD CASE 2 \* 1.000

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	.00000E+00	.00000E+00	.13614E-03
2	.00000E+00	.00000E+00	-.80571E-04
3	.00000E+00	.00000E+00	.14283E-03

4	.00000E+00	.00000E+00	-.26461E-03
5	.00000E+00	.28733E-03	-.95285E-04

```

-----
MEMBER  TERMINAL APPLIED  MOMENTS FROM JOINTS  TENSION FORCE
-----
  1     -.23978E-06   .23189E+01   1 AND  2     .00000E+00
  2     -.23189E+01   .15770E+02   2 AND  3     .00000E+00
  3     -.15770E+02   .60000E+01   3 AND  4     .00000E+00
  4     -.60000E+01  -.84216E-07   4 AND  5     .00000E+00
-----

```

```

-----
MEMBER  TERMINAL APPLIED SHEARS  FROM JOINTS
-----
  1     .34203E+01  -.45797E+01   1 AND  2
  2     -.37258E+01  -.97258E+01   2 AND  3
  3     .15396E+02  -.12604E+02   3 AND  4
  4     .50000E+01   .10000E+01   4 AND  5
-----

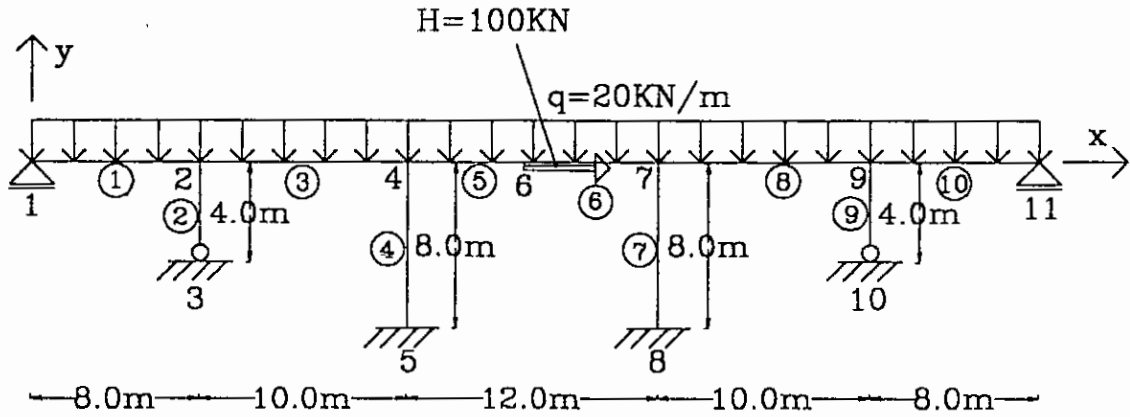
```

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX6.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX6  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
 JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
 when it points to the upper line of the member \*\*\*

## Παράδειγμα 7ο



Για την κοιλαδογέφυρα με τη μορφή πλαισίου του σχήματος, έχουμε:

- Μέλη 1, 3, 8, 10      ροπή αδρανείας  $I$ .
- Μέλη 2, 9            ροπή αδρανείας  $I_2 = 0,04 I_0$
- Μέλη 4, 7            ροπή αδρανείας  $I_3 = 0,3 I_0$
- Μέλη 5, 6            ροπή αδρανείας  $I_1 = 2 I_0$

Επίσης έχουμε, το μέτρο ελαστικότητας  $E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$  και το μέτρο διάτρησης  $G = 8 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$

Ο συντελεστής θερμικής διαστολής είναι  $0,000012/^\circ\text{C}$ , αλλά στο συγκεκριμένο παράδειγμα δεν έχουμε μεταβολή της θερμοκρασίας.

Στην επίλυση δεν λαμβάνουμε υπόψιν διατμητικές παραμορφώσεις.

Το πλαίσιο θα επιλυθεί για τις παρακάτω περιπτώσεις φόρτισης:

- α) Ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο  $q = 20\text{ kN/m}$ , όπως φαίνεται στο σχήμα.
- β) Συγκεντρωμένη οριζόντια δύναμη  $H = 100\text{ kN}$  στον κόμβο 6.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες, EX7 και EX7.OUT.

Η επίλυσή του με τη μέθοδο των παραμορφώσεων (κλασική μέθοδος με το χέρι) υπάρχει στο βιβλίο του Β.Α. Βασιλά [8]



Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων, και αυτά ευρέθησαν σε πολύ καλή συμφωνία μεταξύ τους.

\*\*\* EXAMPLE 7 \*\*\*

11	10	.000000	.1200E-04																
1		.0000	.0000	1	0	1													
2		8.0000	.0000	1	1	1													
3		8.0000	-4.0000	0	0	1													
4		18.0000	.0000	1	1	1													
5		18.0000	-8.0000	0	0	0													
6		24.0000	.0000	1	1	1													
7		30.0000	.0000	1	1	1													
8		30.0000	-8.0000	0	0	0													
9		40.0000	.0000	1	1	1													
10		40.0000	-4.0000	0	0	1													
11		48.0000	.0000	1	0	1													
1	1	2	.26040E-02	.17700E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	3	.10416E-03	.03500E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	2	4	.26040E-02	.17700E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	4	5	.78120E-03	.09700E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	4	6	.52080E-02	.25000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
6	6	7	.52080E-02	.25000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
7	7	8	.78120E-03	.09700E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
8	7	9	.26040E-02	.17700E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
9	9	10	.10416E-03	.03500E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
10	9	11	.26040E-02	.17700E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2																			
1	0	6																	
1			20.0000																
3			20.0000																
5			20.0000																
6			20.0000																
8			20.0000																
10			20.0000																
2	1	0																	
6			100.0000	.0000	.0000														

EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM

ACADEMIC YEAR 1995-1996

LANE FRAME ELASTIC ANALYSIS

ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX7

\*\*\* EXAMPLE 7 \*\*\*

JOINT AND MEMBER DATA ( 11 JOINTS 10 MEMBERS)

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	1	0	1
2	8.000	.000	1	1	1
3	8.000	-4.000	0	0	1
4	18.000	.000	1	1	1
5	18.000	-8.000	0	0	0
6	24.000	.000	1	1	1
7	30.000	.000	1	1	1
8	30.000	-8.000	0	0	0
9	40.000	.000	1	1	1
10	40.000	-4.000	0	0	1
11	48.000	.000	1	0	1

MEMBER	CONNECTION		INERTIA	AREA	LENGTH
1	1	TO 2	.26040E-02	.17700E+00	.80000E+01
2	2	TO 3	.10416E-03	.35000E-01	.40000E+01
3	2	TO 4	.26040E-02	.17700E+00	.10000E+02
4	4	TO 5	.78120E-03	.97000E-01	.80000E+01
5	4	TO 6	.52080E-02	.25000E+00	.60000E+01
6	6	TO 7	.52080E-02	.25000E+00	.60000E+01
7	7	TO 8	.78120E-03	.97000E-01	.80000E+01
8	7	TO 9	.26040E-02	.17700E+00	.10000E+02
9	9	TO 10	.10416E-03	.35000E-01	.40000E+01
10	9	TO 11	.26040E-02	.17700E+00	.80000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

HERE ARE 2 LOAD CASES

N LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED JOINTS  
N LOAD-SET 1 THERE ARE 6 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
1	1	20.00000
3	1	20.00000
5	1	20.00000
6	1	20.00000
8	1	20.00000
10	1	20.00000

-----  
IN LOAD-SET 2 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

JOINT HORIZONTAL FORCE VERTICAL FORCE APPLIED MOMENT  
6 100.0000 .0000 .0000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS

\*\*\* EXAMPLE 7 \*\*\*  
-----

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 11  
NUMBER OF MEMBERS = 10  
DEGREE OF FREEDOM = 21  
WIDTH OF THE BAND = 9  
TERMS IN K-MATRIX = 189  
NO. OF LOAD CASES = 2

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.24295E-05	.00000E+00	.41921E-02
2	1	.24295E-05	-.10590E-02	-.18466E-03
3	1	.00000E+00	.00000E+00	.93242E-04
4	1	.26339E-05	-.88204E-03	.15480E-02
5	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
6	1	.93510E-09	-.15401E-01	-.68172E-10
7	1	-.26320E-05	-.88204E-03	-.15480E-02
8	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
9	1	-.24276E-05	-.10590E-02	.18466E-03
10	1	.00000E+00	.00000E+00	-.93241E-04
11	1	-.24276E-05	.00000E+00	-.41921E-02
1	2	.10914E+00	.00000E+00	-.27621E-03
2	2	.10914E+00	.36242E-04	.53882E-03
3	2	.00000E+00	.00000E+00	.40657E-01
4	2	.10917E+00	.36711E-04	.19153E-02
5	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
6	2	.10922E+00	-.62915E-09	-.94845E-03
7	2	.10917E+00	-.36711E-04	.19153E-02
8	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
9	2	.10914E+00	-.36242E-04	.53882E-03
10	2	.00000E+00	.00000E+00	.40657E-01
11	2	.10914E+00	.00000E+00	-.27621E-03

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	1	.00000E+00 .15350E+03	1 AND 2	-.51825E-07
2	1	-.30394E+00 .20939E-08	2 AND 3	-.19460E+03
3	1	-.15319E+03 .19909E+03	2 AND 4	.75984E-01
4	1	.12694E+02 .63449E+01	4 AND 5	-.22459E+03
5	1	-.21178E+03 -.14822E+03	4 AND 6	-.23039E+01
6	1	.14822E+03 .21178E+03	6 AND 7	-.23039E+01
7	1	-.12694E+02 -.63449E+01	7 AND 8	-.22459E+03
8	1	-.19909E+03 .15319E+03	7 AND 9	.75984E-01
9	1	.30394E+00 -.13822E-07	9 AND 10	-.19460E+03
10	1	-.15350E+03 .76294E-05	9 AND 11	-.25461E-07
1	2	.12090E-06 .11142E+02	1 AND 2	.11390E-02
2	2	-.43877E+02 .17483E-05	2 AND 3	.66595E+01
3	2	.32734E+02 .47788E+02	2 AND 4	.10970E+02
4	2	-.15219E+03 -.16004E+03	4 AND 5	.93477E+01

5	2	.10440E+03	.21709E-05	4 AND	6	.49998E+02
6	2	.21667E-04	.10440E+03	6 AND	7	-.50005E+02
7	2	-.15219E+03	-.16004E+03	7 AND	8	-.93477E+01
8	2	.47788E+02	.32734E+02	7 AND	9	-.10968E+02
9	2	-.43877E+02	.17483E-05	9 AND	10	-.66595E+01
10	2	.11142E+02	.73685E-06	9 AND	11	.11390E-02

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

1	1	.60813E+02	-.99187E+02	1 AND	2
2	1	.75984E-01	.75984E-01	2 AND	3
3	1	.95411E+02	-.10459E+03	2 AND	4
4	1	-.23798E+01	-.23798E+01	4 AND	5
5	1	.12000E+03	.00000E+00	4 AND	6
6	1	-.25431E-05	-.12000E+03	6 AND	7
7	1	.23798E+01	.23798E+01	7 AND	8
8	1	.10459E+03	-.95411E+02	7 AND	9
9	1	-.75984E-01	-.75984E-01	9 AND	10
10	1	.99187E+02	-.60813E+02	9 AND	11

1	2	-.13928E+01	-.13928E+01	1 AND	2
2	2	.10969E+02	.10969E+02	2 AND	3
3	2	-.80522E+01	-.80522E+01	2 AND	4
4	2	.39029E+02	.39029E+02	4 AND	5
5	2	-.17400E+02	-.17400E+02	4 AND	6
6	2	-.17400E+02	-.17400E+02	6 AND	7
7	2	.39029E+02	.39029E+02	7 AND	8
8	2	-.80522E+01	-.80522E+01	7 AND	9
9	2	.10969E+02	.10969E+02	9 AND	10
10	2	-.13928E+01	-.13928E+01	9 AND	11

JOINT      LOAD-SET      HORIZONTAL FORCE      VERTICAL FORCE      APPLIED MOMENT

1	1	.518246E-07	.608127E+02	.000000E+00
2	1	.149012E-07	-.152588E-04	-.152588E-04
3	1	-.759841E-01	.194598E+03	.209392E-08
4	1	.000000E+00	.762939E-05	.000000E+00
5	1	.237983E+01	.224589E+03	.634488E+01
6	1	.238419E-06	-.762939E-05	.152588E-04
7	1	.387430E-06	.305176E-04	.152588E-04
8	1	-.237984E+01	.224589E+03	-.634488E+01
9	1	.403622E-07	-.305176E-04	.152588E-04
10	1	.759838E-01	.194598E+03	-.138217E-07
11	1	-.254611E-07	.608127E+02	.762939E-05

1	2	-.113897E-02	-.139279E+01	.120897E-06
2	2	-.129700E-03	.000000E+00	.762939E-05
3	2	-.109692E+02	-.665946E+01	.174833E-05
4	2	.102234E-02	.381470E-05	.762939E-05
5	2	-.390288E+02	-.934765E+01	-.160043E+03
6	2	.100003E+03	-.381470E-05	.238381E-04
7	2	-.793743E-02	.000000E+00	.114441E-04
8	2	-.390288E+02	.934765E+01	-.160043E+03
9	2	.181869E-03	-.715256E-06	.476837E-05
10	2	-.109692E+02	.665946E+01	.174833E-05
11	2	.113897E-02	.139279E+01	.736851E-06

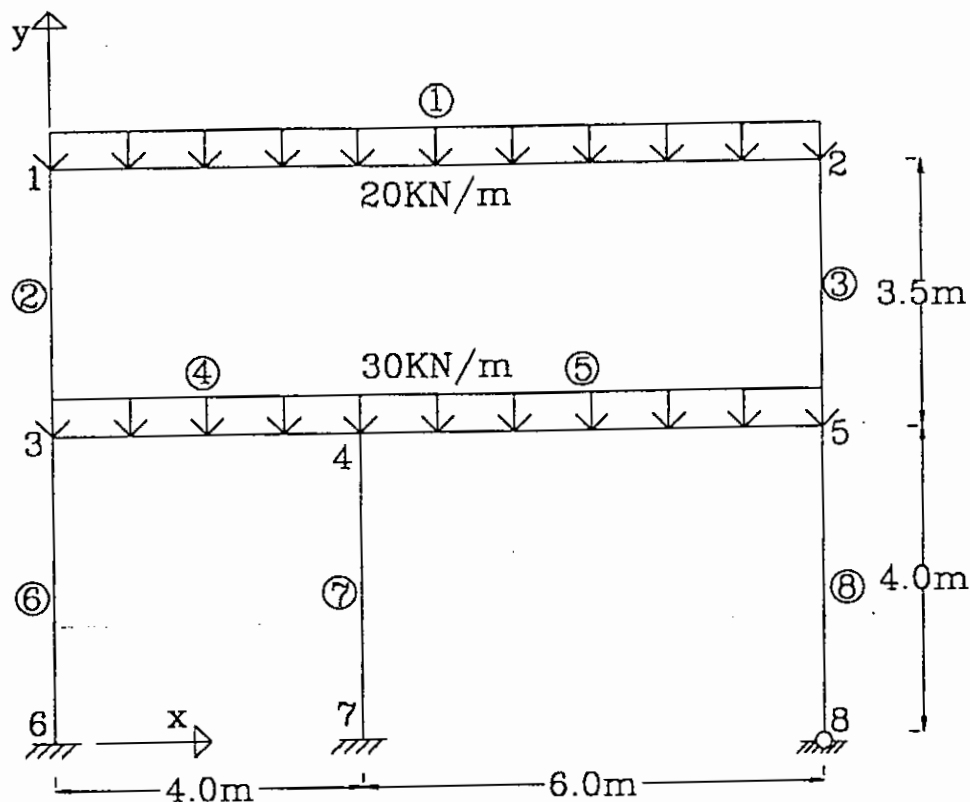
-----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX7.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX7  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
 JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
when it points to the upper line of the member \*\*\*

-----

Παράδειγμα 8ο



Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο πλαίσιο με τη φόρτισή του, τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηρίξεώς του. Για το πλαίσιο αυτό ισχύουν:

Άνω ζύγωμα εμβαδόν διατομής  $0,33 \text{ m}^2$ , ροπή αδρανείας  $0,033275 \text{ m}^4$ .  
 Κάτω ζύγωμα εμβαδόν διατομής  $0,21 \text{ m}^2$ , ροπή αδρανείας  $0,008575 \text{ m}^4$ .  
 Στύλοι εμβαδόν διατομής  $0,15 \text{ m}^2$ , ροπή αδρανείας  $0,003125 \text{ m}^4$ .

Όλα τα μέλη αποτελούνται από σκυρόδεμα με μέτρο ελαστικότητας  $E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$  και μέτρο διάτμησης  $G = 0,8 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$ .

Δεν λαμβάνουμε υπόψη διατμητικές παραμορφώσεις (γι' αυτό στα δεδομένα του προγράμματος δίνουμε σαν  $\beta$  έναν μεγάλο αριθμό,  $\beta = 0,1 \cdot 10^{22}$ ).

Ο συντελεστής θερμικής διαστολής είναι  $0,000012/^\circ\text{C}$ , αλλά στο συγκεκριμένο παράδειγμα δεν έχουμε μεταβολή της θερμοκρασίας.

Ζητείται η επίλυση του πλαισίου για την εικονιζόμενη περίπτωση φόρτισης.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX8 και EX8.OUT.



\*\*\* EXAMPLE 8 \*\*\*

8	8	.000000	.1200E-04																	
1		.0000	7.5000	1	1	1														
2		10.0000	7.5000	1	1	1														
3		.0000	4.0000	1	1	1														
4		4.0000	4.0000	1	1	1														
5		10.0000	4.0000	1	1	1														
6		.0000	.0000	0	0	0														
7		4.0000	.0000	0	0	0														
8		10.0000	.0000	0	0	1														
1	1	2	.33275E-01	.33000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	3	.31250E-02	.15000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	2	5	.31250E-02	.15000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	3	4	.85750E-02	.21000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	4	5	.85750E-02	.21000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
6	3	6	.31250E-02	.15000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
7	4	7	.31250E-02	.15000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
8	5	8	.31250E-02	.15000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
1																				
1	0	3																		
1			20.000																	
4			30.000																	
5			30.000																	

-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM  
 ACADEMIC YEAR 1995-1996  
 -----

PLANE FRAME ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX8

\*\*\* EXAMPLE 8 \*\*\*

JOINT AND MEMBER DATA ( 8 JOINTS 8 MEMBERS)

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	7.500	1	1	1
2	10.000	7.500	1	1	1
3	.000	4.000	1	1	1
4	4.000	4.000	1	1	1
5	10.000	4.000	1	1	1
6	.000	.000	0	0	0
7	4.000	.000	0	0	0
8	10.000	.000	0	0	1

MEMBER	CONNECTION		INERTIA	AREA	LENGTH
1	1	TO 2	.33275E-01	.33000E+00	.10000E+02
2	1	TO 3	.31250E-02	.15000E+00	.35000E+01
3	2	TO 5	.31250E-02	.15000E+00	.35000E+01
4	3	TO 4	.85750E-02	.21000E+00	.40000E+01
5	4	TO 5	.85750E-02	.21000E+00	.60000E+01
6	3	TO 6	.31250E-02	.15000E+00	.40000E+01
7	4	TO 7	.31250E-02	.15000E+00	.40000E+01
8	5	TO 8	.31250E-02	.15000E+00	.40000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

HERE ARE 1 LOAD CASES

ON LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED JOINTS  
 ON LOAD-SET 1 THERE ARE 3 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
1	1	20.00000
4	1	30.00000
5	1	30.00000

\*\*\* EXAMPLE 8 \*\*\*

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 8  
 NUMBER OF MEMBERS = 8  
 DEGREE OF FREEDOM = 16  
 WIDTH OF THE BAND = 12  
 TERMS IN K-MATRIX = 192

NO. OF LOAD CASES = 1

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	-.34875E-03	-.30316E-03	.75258E-03
2	1	-.38952E-03	-.34490E-03	-.76202E-03
3	1	-.33888E-04	-.19122E-03	-.53423E-04
4	1	-.74448E-05	-.20908E-03	.21283E-03
5	1	.24969E-04	-.23462E-03	-.35391E-03
6	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
7	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
8	1	.00000E+00	.00000E+00	.18632E-03

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE	
1	1	-.64560E+02	.57100E+02	1 AND 2	-.28256E+02
2	1	.64560E+02	.34335E+02	1 AND 3	-.10075E+03
3	1	-.57100E+02	-.41796E+02	2 AND 5	-.99254E+02
4	1	-.31664E+02	.72309E+02	3 AND 4	.29154E+02
5	1	-.86460E+02	.59522E+02	4 AND 5	.23824E+02
6	1	-.26719E+01	-.91898E+00	3 AND 6	-.15058E+03
7	1	.14150E+02	.71667E+01	4 AND 7	-.16465E+03
8	1	-.17726E+02	.71296E-06	5 AND 8	-.18476E+03

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED SHEARS	FROM JOINTS	
1	1	.10075E+03	-.99254E+02	1 AND 2
2	1	-.28256E+02	-.28256E+02	1 AND 3
3	1	.28256E+02	.28256E+02	2 AND 5
4	1	.49839E+02	-.70161E+02	3 AND 4
5	1	.94490E+02	-.85510E+02	4 AND 5
6	1	.89772E+00	.89772E+00	3 AND 6
7	1	-.53292E+01	-.53292E+01	4 AND 7
8	1	.44315E+01	.44315E+01	5 AND 8

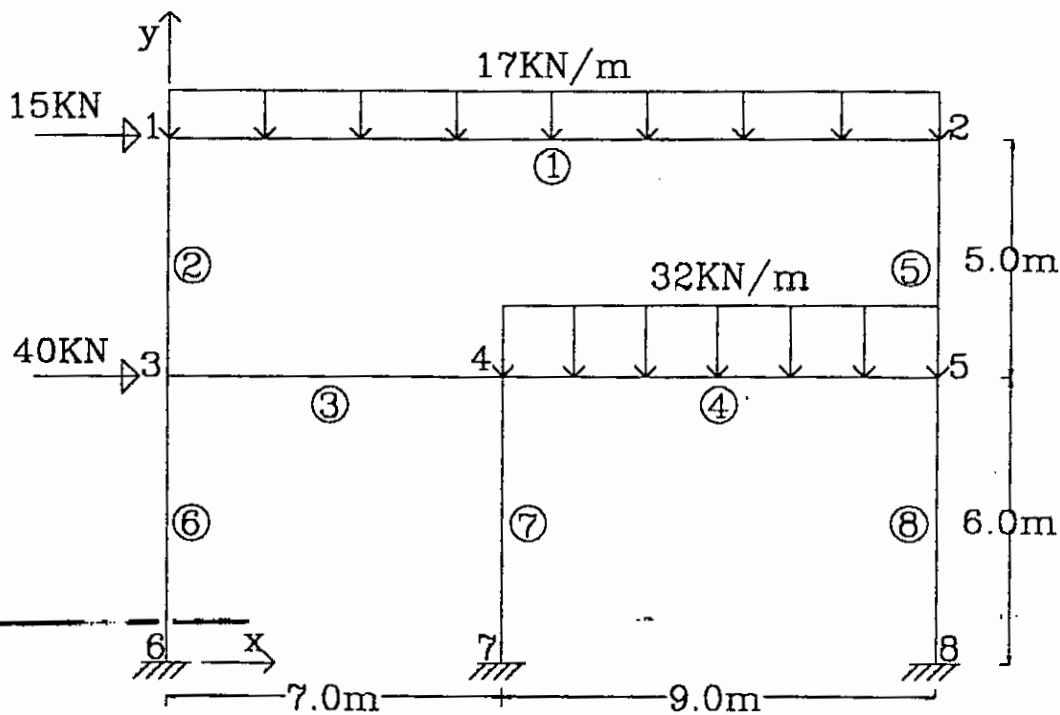
JOINT	LOAD-SET	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
1	1	.000000E+00	-.762939E-05	.305176E-04
2	1	.209808E-04	.762939E-05	-.114441E-04
3	1	-.828505E-05	.305176E-04	.333786E-05
4	1	.286102E-05	.152588E-04	.190735E-05
5	1	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
6	1	-.897723E+00	.150585E+03	-.918977E+00
7	1	.532924E+01	.164651E+03	.716673E+01
8	1	-.443153E+01	.184764E+03	.712957E-06

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX8.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX8  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
when it points to the upper line of the member \*\*\*

### Παράδειγμα 9ο



Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο πλαίσιο με την φόρτιση και τις διαστάσεις του καθώς και τις συνθήκες στηρίξεώς του. Για το πλαίσιο αυτό ισχύουν:

- Άνω ζύγωμα (μέλος 1) ροπή αδρανείας I
- Κάτω ζύγωμα (μέλη 3, 4) ροπή αδρανείας I/2
- Άνω στύλοι (μέλη 2, 5) ροπή αδρανείας I/8
- Κάτω ακραίοι στύλοι (μέλη 6, 8) ροπή αδρανείας I/6
- Ενδιάμεσος κάτω στύλος (μέλος 7) ροπή αδρανείας I/5

Για όλα τα μέλη μέτρο ελαστικότητας  $E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$  και μέτρο διάτμησης  $G = 8 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$

Δεν λαμβάνουμε υπόψη διατμητικές παραμορφώσεις ( $\beta = 0,1 \cdot 10^{22}$ ).

Το πλαίσιο θα επιλυθεί για την ακόλουθη περίπτωση φόρτισης:

Δύο οριζόντια συγκεντρωμένα φορτία στους κόμβους 1 και 3 και δύο ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία στα μέλη 1 και 4 όπως φαίνεται στο σχήμα.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX9 και EX9.OUT.

Η επίλυσή του με τη μέθοδο των παραμορφώσεων (κλασική μέθοδος με το χέρι) υπάρχει στο βιβλίο του Β.Α. Βασίλα [ 8 ]. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

8	8	.000000	.1200E-04									
1		.0000	11.0000	1	1	1						
2		16.0000	11.0000	1	1	1						
3		.0000	6.0000	1	1	1						
4		7.0000	6.0000	1	1	1						
5		16.0000	6.0000	1	1	1						
6		.0000	.0000	0	0	0						
7		7.0000	.0000	0	0	0						
8		16.0000	.0000	0	0	0						
1	1	2	.76250E-02	.30000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	3	.95300E-03	.10700E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	3	4	.38120E-02	.21000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	4	5	.38120E-02	.21000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	2	5	.95300E-03	.10700E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
6	3	6	.12710E-02	.12000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
7	4	7	.15250E-02	.13000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
8	5	8	.12710E-02	.12000E+00	.21000E+08	.80000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
1												
1	2	2										
1			15.0000	.0000	.0000							
3			40.0000	.0000	.0000							
1			17.0000									
4			32.0000									

-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM  
 ACADEMIC YEAR 1995-1996  
 -----

PLANE FRAME ELASTIC ANALYSIS  
 -----

ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX9  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*  
 -----

JOINT AND MEMBER DATA ( 8 JOINTS 8 MEMBERS)  
 -----

JOINT	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	11.000	1	1	1
2	16.000	11.000	1	1	1
3	.000	6.000	1	1	1
4	7.000	6.000	1	1	1
5	16.000	6.000	1	1	1
6	.000	.000	0	0	0
7	7.000	.000	0	0	0
8	16.000	.000	0	0	0

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.76250E-02	.30000E+00	.16000E+02
2	1 TO 3	.95300E-03	.10700E+00	.50000E+01
3	3 TO 4	.38120E-02	.21000E+00	.70000E+01
4	4 TO 5	.38120E-02	.21000E+00	.90000E+01
5	2 TO 5	.95300E-03	.10700E+00	.50000E+01
6	3 TO 6	.12710E-02	.12000E+00	.60000E+01
7	4 TO 7	.15250E-02	.13000E+00	.60000E+01
8	5 TO 8	.12710E-02	.12000E+00	.60000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.2100E+08	.8000E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04  
 -----

HERE ARE 1 LOAD CASES  
 -----

LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED JOINTS  
 -----

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
1	15.0000	.0000	.0000
3	40.0000	.0000	.0000

LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED MEMBERS  
 -----

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
1	1	17.00000
4	1	32.00000

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*  
 -----

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 8  
 NUMBER OF MEMBERS = 8

DEGREE OF FREEDOM = 15  
 WIDTH OF THE BAND = 12  
 TERMS IN K-MATRIX = 180  
 NO. OF LOAD CASES = 1

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.12702E-01	-.57093E-03	.10216E-01
2	1	.12557E-01	-.99427E-03	-.97874E-02
3	1	.12276E-01	-.27144E-03	-.12867E-02
4	1	.12317E-01	-.34467E-03	.34079E-02
5	1	.12377E-01	-.68851E-03	-.20223E-02
6	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
7	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
8	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE	
1	1	-.15121E+03	.17375E+03	1 AND 2	-.57068E+02
2	1	.15121E+03	.59131E+02	1 AND 3	-.13459E+03
3	1	.18372E+02	.12575E+03	3 AND 4	.25995E+02
4	1	-.13276E+03	.20264E+03	4 AND 5	.29718E+02
5	1	-.17375E+03	-.11159E+03	2 AND 5	-.13741E+03
6	1	-.77503E+02	-.66055E+02	3 AND 6	-.11400E+03
7	1	.70183E+01	-.29361E+02	4 AND 7	-.15682E+03
8	1	-.91046E+02	-.73054E+02	5 AND 8	-.28917E+03

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED SHEARS	FROM JOINTS	
1	1	.13459E+03	-.13741E+03	1 AND 2
2	1	-.42068E+02	-.42068E+02	1 AND 3
3	1	-.20588E+02	-.20588E+02	3 AND 4
4	1	.13624E+03	-.15176E+03	4 AND 5
5	1	.57068E+02	.57068E+02	2 AND 5
6	1	.23926E+02	.23926E+02	3 AND 6
7	1	.37239E+01	.37239E+01	4 AND 7
8	1	.27350E+02	.27350E+02	5 AND 8

JOINT	LOAD-SET	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
1	1	.149997E+02	.305176E-04	.305176E-04
2	1	.278473E-03	.457764E-04	-.305176E-04
3	1	.399998E+02	-.152588E-04	.000000E+00
4	1	.689983E-03	-.305176E-04	-.238419E-05
5	1	-.366211E-03	.000000E+00	.000000E+00
6	1	-.239263E+02	.114003E+03	-.660552E+02
7	1	-.372386E+01	.156825E+03	-.293614E+02
8	1	-.273499E+02	.289172E+03	-.730535E+02

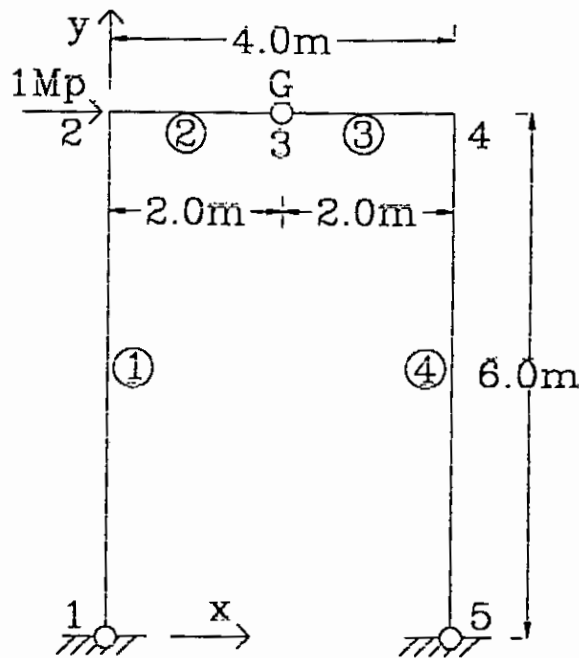
THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX9.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX9  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
 JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
 when it points to the upper line of the member \*\*\*



Παράδειγμα 10ο



Δίδεται το τριαρθρωτό πλαίσιο με την φόρτιση και τις διαστάσεις του καθώς και τις συνθήκες στηρίξεώς του. Για το πλαίσιο αυτό ισχύουν:

Εμβαδόν διατομής  $A=0,91 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ , ροπή αδρανείας,  $I = 0,809 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$ . Όλα τα μέλη αποτελούνται από χάλυβα με μέτρο ελαστικότητας  $E = 21 \cdot 10^6 \text{ Mr/m}^2$  και μέτρο διάτμησης  $G = 81 \cdot 10^5 \text{ Mr/m}^2$ .

Ο συντελεστής θερμικής διαστολής είναι  $0,000012/^\circ\text{C}$ , αλλά στο συγκεκριμένο παράδειγμα δεν έχουμε μεταβολή της θερμοκρασίας. Δεν λαμβάνουμε υπόψη διατμητικές παραμορφώσεις (γι'αυτό στα δεδομένα του προγράμματος δίνουμε σαν  $\beta$  έναν πολύ μεγάλο αριθμό,  $\beta = 0,1 \cdot 10^{22}$ ).

Ζητείται η επίλυση του πλαισίου για την εικονιζόμενη περίπτωση φόρτισης, δηλαδή μια οριζόντια συγκεντρωμένη δύναμη  $1 \text{ Mr}$ , ασκούμενη στον κόμβο 2.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX10 και EX.10 OUT.

Η επίλυση του με τις τρεις συνθήκες ισορροπίας (κλασική μέθοδος με το χέρι) υπάρχει στο βιβλίο του καθηγητού Θ. Γεωργόπουλου [ 4 ]. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων, και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

\*\*\* EXAMPLE 10 \*\*\*

5	4	.000000	.1200E-04																		
1		.0000	.0000	0	0	1															
2		.0000	6.0000	1	1	1															
3	2	2.0000	6.0000	1	1	1															
4		4.0000	6.0000	1	1	1															
5		4.0000	.0000	0	0	1															
1	1	2	.80900E-04	.91000E-02	.21000E+08	.81000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00											
2	2	-3	.80900E-04	.91000E-02	.21000E+08	.81000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00											
3	3	4	.80900E-04	.91000E-02	.21000E+08	.81000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00											
4	4	5	.80900E-04	.91000E-02	.21000E+08	.81000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00											
1																					
1	1	0																			
2			1.0000	.0000	.0000																

-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM  
 ACADEMIC YEAR 1995-1996  
 -----

PLANE FRAME ELASTIC ANALYSIS  
 -----

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX10  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 10 \*\*\*  
 -----

JOINT AND MEMBER DATA ( 5 JOINTS 4 MEMBERS)  
 -----

JOINT	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	0	0	1
2	.000	6.000	1	1	1
3	2.000	6.000	1	1	1
4	4.000	6.000	1	1	1
5	4.000	.000	0	0	1

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.80900E-04	.91000E-02	.60000E+01
2	2 TO -3	.80900E-04	.91000E-02	.20000E+01
3	3 TO 4	.80900E-04	.91000E-02	.20000E+01
4	4 TO 5	.80900E-04	.91000E-02	.60000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8100E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8100E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8100E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.2100E+08	.8100E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04  
 -----

THERE ARE 1 LOAD CASES  
 -----

LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS  
 -----

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
2	1.0000	.0000	.0000

LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 10 \*\*\*  
 -----

RESULTS OF ANALYSIS  
 -----

NUMBER OF JOINTS = 5  
 NUMBER OF MEMBERS = 4  
 DEGREE OF FREEDOM = 11  
 WIDTH OF THE BAND = 6  
 TERMS IN K-MATRIX = 66  
 NO. OF LOAD CASES = 1

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY  
 -----

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.65000E-02
2	1	.28404E-01	.47102E-04	.12018E-02
3	1	.28399E-01	-.17448E-05	-.56601E-03
4	1	.28393E-01	-.47102E-04	.12001E-02
5	1	.00000E+00	.00000E+00	.64983E-02

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS		FROM JOINTS	TENSION FORC
1	1	.25482E-06	-.30004E+01	1 AND 2	.15002E+01
2	1	.30004E+01	.00000E+00	2 AND 3	-.50006E+00
3	1	-.10294E-06	.30004E+01	3 AND 4	-.50017E+00
4	1	-.30004E+01	-.69444E-06	4 AND 5	-.15002E+01

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED SHEARS		FROM JOINTS
1	1	.50006E+00	.50006E+00	1 AND 2
2	1	-.15002E+01	-.15002E+01	2 AND 3
3	1	-.15002E+01	-.15002E+01	3 AND 4
4	1	.50006E+00	.50006E+00	4 AND 5

JOINT	LOAD-SET	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
1	1	-.500064E+00	-.150019E+01	.254819E-06
2	1	.100012E+01	.000000E+00	-.476837E-06
3	1	.111878E-03	-.238419E-06	-.102944E-06
4	1	-.104010E-03	-.119209E-06	-.238419E-06
5	1	-.500064E+00	.150019E+01	-.694440E-06

-----  
 -----

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX10.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX10  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
 JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
 when it points to the upper line of the member \*\*\*

-----



Η επίλυση του με τις τρεις συνθήκες ισορροπίας (κλασική μέθοδος με το χέρι) υπάρχει στο βιβλίο του καθηγητού Θ. Γεωργόπουλου [ 4 ]. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων, και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

\*\*\* EXAMPLE 11 \*\*\*

5	4	.000000	.1200E-04							
1		.0000	.0000	0	0	1				
2		.0000	4.0000	1	1	1				
3		2.0000	4.0000	1	1	1				
4		4.0000	4.0000	1	1	1				
5		4.0000	.5000	0	0	1				
1	1	2	.11260E-03	.10600E-01	.21000E+08	.81000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	-3	.11260E-03	.10600E-01	.21000E+08	.81000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	3	4	.11260E-03	.10600E-01	.21000E+08	.81000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	4	5	.11260E-03	.10600E-01	.21000E+08	.81000E+07	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
1										
1	0	2								
2			200.0000							
3			200.0000							



EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM

ACADEMIC YEAR 1995-1996

NE FRAME ELASTIC ANALYSIS

ITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

DATA WILL BE READ FROM FILE- EX11

\* EXAMPLE 11 \*\*\*

NT AND MEMBER DATA ( 5 JOINTS 4 MEMBERS)

JOINT	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	0	0	1
2	.000	4.000	1	1	1
3	2.000	4.000	1	1	1
4	4.000	4.000	1	1	1
5	4.000	.500	0	0	1

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.11260E-03	.10600E-01	.40000E+01
2	2 TO -3	.11260E-03	.10600E-01	.20000E+01
3	3 TO 4	.11260E-03	.10600E-01	.20000E+01
4	4 TO 5	.11260E-03	.10600E-01	.35000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8100E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8100E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8100E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.2100E+08	.8100E+07	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

PERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

RE ARE 1 LOAD CASES

LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED JOINTS  
LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
2	1	200.00000
3	1	200.00000

\* EXAMPLE 11 \*\*\*

ULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 5  
NUMBER OF MEMBERS = 4  
DEGREE OF FREEDOM = 11  
WIDTH OF THE BAND = 6  
ELEMENTS IN K-MATRIX = 66  
NUMBER OF LOAD CASES = 1

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

MEMBER	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	-.15368E+00
2	1	-.13356E+00	-.74274E-02	.20720E+00
3	1	-.13452E+00	-.60602E+00	-.32440E+00
4	1	-.13548E+00	-.60797E-02	-.22291E+00
5	1	.00000E+00	.00000E+00	.53391E-01

```

-----
MEMBER LOAD-SET   TERMINAL APPLIED MOMENTS   FROM JOINTS   TENSION FORCE
1         1       -.49383E-05   .42667E+03   1 AND 2       -.41333E+03
2         1       -.42667E+03   .00000E+00   2 AND 3       -.10667E+03
3         1       -.45776E-04   .37333E+03   3 AND 4       -.10667E+03
4         1       -.37333E+03   .14736E-04   4 AND 5       -.38667E+03

```

```

MEMBER LOAD-SET   TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS
1         1       -.10667E+03  -.10667E+03   1 AND 2
2         1       .41333E+03  .13333E+02   2 AND 3
3         1       .13334E+02  -.38667E+03   3 AND 4
4         1       .10667E+03  .10667E+03   4 AND 5

```

```

JOINT   LOAD-SET   HORIZONTAL FORCE   VERTICAL FORCE   APPLIED MOMENT
1       1         .106667E+03     .413333E+03     -.493835E-05
2       1        -.152588E-04     .000000E+00     -.915527E-04
3       1        -.610352E-03     .213623E-03     -.457764E-04
4       1         .404358E-03     .305176E-04     -.610352E-04
5       1        -.106666E+03     .386666E+03     .147357E-04

```

```

-----
THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX11.OUT
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX11
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

```

```

*** NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND
    JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE ***

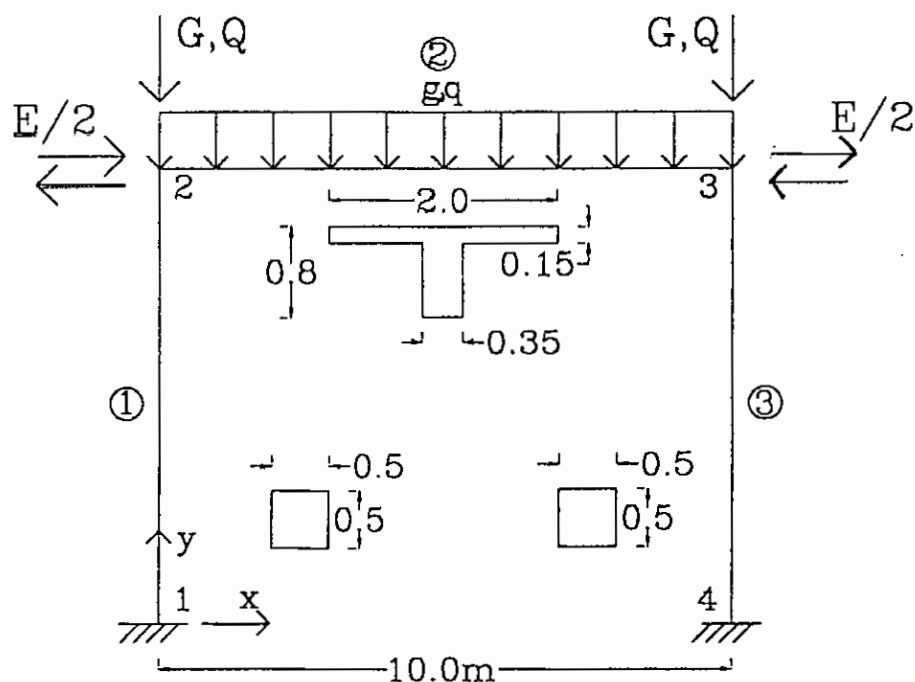
```

```

*** Remember that in this program U.D. LOADING is positive
when it points to the upper line of the member ***
-----

```

## Παράδειγμα 12ο



Στο πλαίσιο του σχήματος φαίνονται η φόρτιση, οι διαστάσεις και οι συνθήκες στηριξέώς του.

Το υλικό των ράβδων είναι το σκυρόδεμα με μέτρο ελαστικότητας  $E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$  και το μέτρο διάτμησης  $G = 0,84 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$ . Οι διατομές των μελών φαίνονται στο σχήμα. Για την δοκό το εμβαδόν διατομής  $A = 0,5275 \text{ m}^2$  και η ροπή αδρανείας  $I = 0,02921 \text{ m}^4$  και για τους στύλους το εμβαδόν διατομής  $A = 0,25 \text{ m}^2$  και η ροπή αδρανείας  $I = 0,0052083 \text{ m}^4$ .

Θεωρείται ότι για τη δοκό το 62,5% της διατομής ανθίσταται σε διάτμηση ( $\beta = 0,625$ ) ενώ για τους στύλους το 83,3% της διατομής ανθίσταται στη διάτμηση ( $\beta = 0,833$ ).

Το πλαίσιο επιλύεται για τις ακόλουθες περιπτώσεις φόρτισης :

- Στο ζύγωμα μόνιμο φορτίο  $g = 30 \text{ KN/m}$  και στους κόμβους 2 και 3 κατακόρυφα συγκεντρωμένα μόνιμα φορτία  $G = 200 \text{ KN}$ .
- Στο ζύγωμα κινητό φορτίο  $q = 20 \text{ KN/m}$  και στους κόμβους 2 και 3 κατακόρυφα συγκεντρωμένα κινητά φορτία  $Q = 150 \text{ KN}$ .
- Σεισμικές δυνάμεις  $E/2 = 72,25 \text{ KN}$  να ασκούνται στους κόμβους 2 και 3.

Θα γίνει, επίσης, επίλυση για τους ακόλουθους συνδυασμούς φορτίσεων:

- α) Η 1η περίπτωση φόρτισης πολ/μένη επί 1,35 και η 2η επί 1,50
- β) Η 1η περίπτωση φόρτισης επί 1, η 2η επί 0,3 και η 3η επί 1.
- γ) Η 1η περίπτωση φόρτισης επί 1, η 2η επί 0,3 και η 3η επί -1.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX12 και EX12.OUT.

Η στατική επίλυσή του υπάρχει στο βιβλίο του Α. Κωνσταντινίδη [9]. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων, και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

\*\* EXAMPLE 12 \*\*\*

4	3	.000000	.1200E-04								
1		.0000	.0000	0	0	0					
2		.0000	8.0000	1	1	1					
3		10.0000	8.0000	1	1	1					
4		10.0000	.0000	0	0	0					
1	1	2	.52083E-02	.25000E+00	.21000E+08	.84000E+07	.83300E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	3	.29210E-01	.52750E+00	.21000E+08	.84000E+07	.62500E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	3	4	.52083E-02	.25000E+00	.21000E+08	.84000E+07	.83300E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3											
1	2	1									
2			.0000	-200.0000	.0000						
3			.0000	-200.0000	.0000						
2			30.0000								
2	2	1									
2			.0000	-150.0000	.0000						
3			.0000	-150.0000	.0000						
2			20.0000								
3	2	0									
2			72.2500	.0000	.0000						
3			72.2500	.0000	.0000						

-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 -----

ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

LANE FRAME ELASTIC ANALYSIS -----  
 -----

ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX12  
 -----  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 12 \*\*\*  
 -----  
 -----

JOINT AND MEMBER DATA ( 4 JOINTS 3 MEMBERS)  
 -----

JOINT	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	0	0	0
2	.000	8.000	1	1	1
3	10.000	8.000	1	1	1
4	10.000	.000	0	0	0

MEMBER	CONNECTION	INERTIA		AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.52083E-02	.25000E+00	.80000E+01	
2	2 TO 3	.29210E-01	.52750E+00	.10000E+02	
3	3 TO 4	.52083E-02	.25000E+00	.80000E+01	

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04  
 -----  
 -----

THERE ARE 3 LOAD CASES  
 -----  
 -----

LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED JOINTS  
 -----

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
2	.0000	-200.0000	.0000
3	.0000	-200.0000	.0000

LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED MEMBERS  
 -----

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
2	1	30.00000

LOAD-SET 2 THERE ARE 2 LOADED JOINTS  
 -----

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
2	.0000	-150.0000	.0000
3	.0000	-150.0000	.0000

LOAD-SET 2 THERE ARE 1 LOADED MEMBERS  
 -----

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
2	2	20.00000

LOAD-SET 3 THERE ARE 2 LOADED JOINTS  
 -----

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
2	72.2500	.0000	.0000
3	72.2500	.0000	.0000

LOAD-SET 3 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 12 \*\*\*  
 -----  
 -----

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 4  
 NUMBER OF MEMBERS = 3

DEGREE OF FREEDOM = 6  
 WIDTH OF THE BAND = 6  
 TERMS IN K-MATRIX = 36  
 NO. OF LOAD CASES = 3

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.64594E-05	-.53333E-03	.14136E-02
3	1	-.64596E-05	-.53333E-03	-.14136E-02
4	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
1	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	.43064E-05	-.38095E-03	.94243E-03
3	2	-.43063E-05	-.38095E-03	-.94243E-03
4	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
1	3	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	3	.31686E-01	.84773E-04	.79282E-03
3	3	.31686E-01	-.84773E-04	.79282E-03
4	3	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	1	.37917E+02 .76571E+02	1 AND 2	-.35000E+03
2	1	-.76571E+02 .76571E+02	2 AND 3	-.14311E+02
3	1	-.76571E+02 -.37917E+02	3 AND 4	-.35000E+03
1	2	.25278E+02 .51047E+02	1 AND 2	-.25000E+03
2	2	-.51047E+02 .51047E+02	2 AND 3	-.95407E+01
3	2	-.51047E+02 -.25278E+02	3 AND 4	-.25000E+03
1	3	-.29984E+03 -.27816E+03	1 AND 2	.55632E+02
2	3	.27816E+03 .27816E+03	2 AND 3	.83573E-04
3	3	-.27816E+03 -.29984E+03	3 AND 4	-.55632E+02

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED SHEARS	FROM JOINTS
1	1	-.14311E+02 -.14311E+02	1 AND 2
2	1	.15000E+03 -.15000E+03	2 AND 3
3	1	.14311E+02 .14311E+02	3 AND 4
1	2	-.95407E+01 -.95407E+01	1 AND 2
2	2	.10000E+03 -.10000E+03	2 AND 3
3	2	.95407E+01 .95407E+01	3 AND 4
1	3	.72250E+02 .72250E+02	1 AND 2
2	3	-.55632E+02 -.55632E+02	2 AND 3
3	3	.72250E+02 .72250E+02	3 AND 4

JOINT	LOAD-SET	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
1	1	.143110E+02	.350000E+03	.379168E+02
2	1	-.953674E-06	-.200000E+03	.000000E+00
3	1	.953674E-06	-.200000E+03	-.762939E-05
4	1	-.143110E+02	.350000E+03	-.379168E+02
1	2	.954065E+01	.250000E+03	.252779E+02
2	2	.000000E+00	-.150000E+03	.000000E+00
3	2	.000000E+00	-.150000E+03	.762939E-05

4	2	-.954065E+01	.250000E+03	-.252779E+02
1	3	-.722502E+02	-.556323E+02	-.299840E+03
2	3	.722501E+02	-.381470E-05	.000000E+00
3	3	.722503E+02	-.381470E-05	-.305176E-04
4	3	-.722502E+02	.556323E+02	-.299840E+03

\*\*\* EXAMPLE 12 \*\*\*

THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE	1 *	1.350
LOAD CASE	2 *	1.500
LOAD CASE	3 *	.000

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
2	.15180E-04	-.12914E-02	.33221E-02
3	-.15180E-04	-.12914E-02	-.33221E-02
4	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00

MEMBER	TERMINAL APPLIED	MOMENTS FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	.89105E+02	.17994E+03	1 AND 2 -.84750E+03
2	-.17994E+03	.17994E+03	2 AND 3 -.33631E+02
3	-.17994E+03	-.89105E+02	3 AND 4 -.84750E+03

MEMBER	TERMINAL APPLIED	SHEARS FROM JOINTS
1	-.33631E+02	-.33631E+02
2	.35250E+03	-.35250E+03
3	.33631E+02	.33631E+02

\*\*\* EXAMPLE 12 \*\*\*

THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE	1 *	1.000
LOAD CASE	2 *	.300
LOAD CASE	3 *	1.000

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
2	.31694E-01	-.56285E-03	.24892E-02
3	.31679E-01	-.73239E-03	-.90355E-03
4	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00

MEMBER	TERMINAL APPLIED	MOMENTS FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	-.25434E+03	-.18628E+03	1 AND 2 -.36937E+03
2	.18628E+03	.37005E+03	2 AND 3 -.17173E+02
3	-.37005E+03	-.34534E+03	3 AND 4 -.48063E+03

MEMBER	TERMINAL APPLIED	SHEARS FROM JOINTS
1	.55077E+02	.55077E+02
2	.12437E+03	-.23563E+03
3	.89423E+02	.89423E+02

\*\*\* EXAMPLE 12 \*\*\*

THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE	1 *	1.000
LOAD CASE	2 *	.300



LOAD CASE 3 \* -1.000

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	-.31679E-01	-.73239E-03	.90355E-03
3	-.31694E-01	-.56285E-03	-.24892E-02
4	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

MEMBER	TERMINAL	APPLIED	MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION	FORCE
1	.34534E+03	.37005E+03	1 AND 2		-.48063E+03	
2	-.37005E+03	-.18628E+03	2 AND 3		-.17173E+02	
3	.18628E+03	.25434E+03	3 AND 4		-.36937E+03	

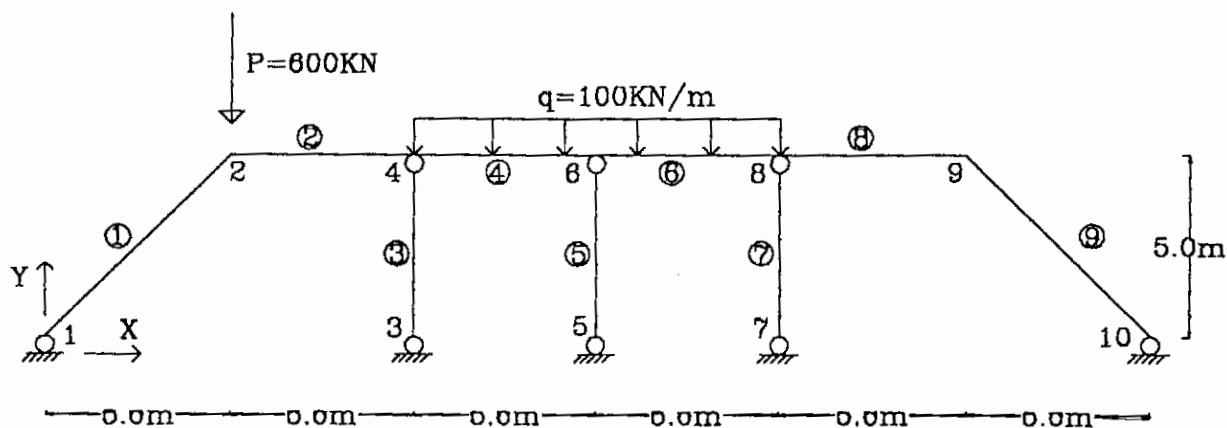
MEMBER	TERMINAL	APPLIED	SHEARS	FROM JOINTS
1	-.89423E+02	-.89423E+02	1 AND 2	
2	.23563E+03	-.12437E+03	2 AND 3	
3	-.55077E+02	-.55077E+02	3 AND 4	

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX12.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX12  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
when it points to the upper line of the member \*\*\*

### Παράδειγμα 13ο



Στον πλαισιωτό φορέα του παραπάνω σχήματος δίδονται οι διαστάσεις και οι συνθήκες στηριξέως του. Για το πλαίσιο αυτό ισχύουν:

Εμβαδόν διατομής για όλες τις ράβδους  $A = 0,0106\text{m}^2$ , ροπή αδρανείας  $I = 0,1126 \cdot 10^{-3}\text{m}^4$ .

Όλα τα μέλη αποτελούνται από χάλυβα με μέτρο ελαστικότητας  $E = 21 \cdot 10^7\text{KN/m}^2$  και μέτρο διάτμησης  $G = 81 \cdot 10^6\text{KN/m}^2$ .

Ο συντελεστής θερμικής διαστολής είναι  $0,000012/^\circ\text{C}$ , αλλά στο συγκεκριμένο παράδειγμα δεν έχουμε μεταβολή της θερμοκρασίας. Δεν λαμβάνουμε υπόψη διατμητικές παραμορφώσεις ( $\beta = \text{μεγάλο}$ )

Ζητείται η επίλυση του πλαισίου για τις ακόλουθες περιπτώσεις φόρτισης:

- Ένα ομοιόμορφο φορτίο  $100\text{KN/m}$  στα μέλη 4 και 6, όπως φαίνεται στο σχήμα.
- Ένα κατακόρυφο συγκεντρωμένο φορτίο  $600\text{KN}$  στον κόμβο 2, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX13 και EX13.OUT.

Η επίλυσή του με τη μέθοδο των δυνάμεων (κλασική μέθοδος με το χέρι) υπάρχει στο βιβλίο του K. Hirschfeld [ 10 ]. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων, και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

\*\*\* EXAMPLE 13 \*\*\*

10	9	.000000	.1200E-04							
1		.0000	.0000	0	0	1				
2		5.0000	5.0000	1	1	1				
3		10.0000	.0000	0	0	1				
4		10.0000	5.0000	1	1	1				
5		15.0000	.0000	0	0	1				
6		15.0000	5.0000	1	1	1				
7		20.0000	.0000	0	0	1				
8		20.0000	5.0000	1	1	1				
9		25.0000	5.0000	1	1	1				
10		30.0000	.0000	0	0	1				
1	1	2	.11260E-03	.10600E-01	.21000E+09	.81000E+08	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	4	.11260E-03	.10600E-01	.21000E+09	.81000E+08	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	3	-4	.11260E-03	.10600E-01	.21000E+09	.81000E+08	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	4	6	.11260E-03	.10600E-01	.21000E+09	.81000E+08	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	5	-6	.11260E-03	.10600E-01	.21000E+09	.81000E+08	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
6	6	8	.11260E-03	.10600E-01	.21000E+09	.81000E+08	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
7	7	-8	.11260E-03	.10600E-01	.21000E+09	.81000E+08	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
8	8	9	.11260E-03	.10600E-01	.21000E+09	.81000E+08	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
9	9	10	.11260E-03	.10600E-01	.21000E+09	.81000E+08	.10000E+22	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2										
1	0	2								
4			100.0000							
6			100.0000							
2	1	0								
2	0.0000		-600.0000	0.0000						

-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM  
 ACADEMIC YEAR 1995-1996  
 -----

-----  
 PLANE FRAME ELASTIC ANALYSIS  
 -----

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 ALL DATA WILL BE READ FROM FILE- EX13  
 -----

-----  
 \*\* EXAMPLE 13 \*\*  
 -----

-----  
 JOINT AND MEMBER DATA ( 10 JOINTS 9 MEMBERS)  
 -----

JOINT	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	0	0	1
2	5.000	5.000	1	1	1
3	10.000	.000	0	0	1
4	10.000	5.000	1	1	1
5	15.000	.000	0	0	1
6	15.000	5.000	1	1	1
7	20.000	.000	0	0	1
8	20.000	5.000	1	1	1
9	25.000	5.000	1	1	1
10	30.000	.000	0	0	1

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.11260E-03	.10600E-01	.70711E+01
2	2 TO 4	.11260E-03	.10600E-01	.50000E+01
3	3 TO -4	.11260E-03	.10600E-01	.50000E+01
4	4 TO 6	.11260E-03	.10600E-01	.50000E+01
5	5 TO -6	.11260E-03	.10600E-01	.50000E+01
6	6 TO 8	.11260E-03	.10600E-01	.50000E+01
7	7 TO -8	.11260E-03	.10600E-01	.50000E+01
8	8 TO 9	.11260E-03	.10600E-01	.50000E+01
9	9 TO 10	.11260E-03	.10600E-01	.70711E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+09	.8100E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+09	.8100E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+09	.8100E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.2100E+09	.8100E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.2100E+09	.8100E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.2100E+09	.8100E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.2100E+09	.8100E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.2100E+09	.8100E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	.2100E+09	.8100E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04  
 -----

-----  
 THERE ARE 2 LOAD CASES  
 -----

LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED JOINTS  
 LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
4	1	100.00000
6	1	100.00000

-----  
 LOAD-SET 2 THERE ARE 1 LOADED JOINTS  
 -----

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
2	.0000	-600.0000	.0000

LOAD-SET 2 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS

-----  
 \*\* EXAMPLE 13 \*\*  
 -----

-----  
 RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 10  
 NUMBER OF MEMBERS = 9  
 DEGREE OF FREEDOM = 20  
 WIDTH OF THE BAND = 9  
 TERMS IN K-MATRIX = 180  
 NO. OF LOAD CASES = 2

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.88268E-03
2	1	-.11864E-03	.27467E-03	-.18834E-02
3	1	.00000E+00	.00000E+00	-.11864E-04
4	1	-.59319E-04	-.53716E-03	.62097E-02
5	1	.00000E+00	.00000E+00	.19858E-09
6	1	.99291E-09	-.12739E-02	-.14895E-09
7	1	.00000E+00	.00000E+00	.11864E-04
8	1	.59321E-04	-.53715E-03	-.62097E-02
9	1	.11864E-03	.27467E-03	.18834E-02
10	1	.00000E+00	.00000E+00	-.88268E-03
1	2	.00000E+00	.00000E+00	.67051E-01
2	2	.19657E+00	-.19879E+00	-.15494E-01
3	2	.00000E+00	.00000E+00	.39181E-01
4	2	.19590E+00	-.62627E-03	-.29544E-01
5	2	.00000E+00	.00000E+00	.39048E-01
6	2	.19524E+00	.99207E-05	.14389E-01
7	2	.00000E+00	.00000E+00	.38915E-01
8	2	.19458E+00	.60255E-03	-.28749E-01
9	2	.19391E+00	.19238E+00	-.14815E-01
10	2	.00000E+00	.00000E+00	.65351E-01

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	1	-.59148E-06	-.18500E+02	1 AND 2 .34732E+02
2	1	.18500E+02	.95047E+02	2 AND 4 .26409E+02
3	1	.37642E-08	.00000E+00	3 AND 4 -.23914E+03
4	1	-.95047E+02	.26289E+03	4 AND 6 .26409E+02
5	1	-.72612E-13	.00000E+00	5 AND 6 -.56714E+03
6	1	-.26289E+03	.95047E+02	6 AND 8 .26409E+02
7	1	.29282E-08	.00000E+00	7 AND 8 -.23914E+03
8	1	-.95047E+02	-.18500E+02	8 AND 9 .26409E+02
9	1	.18500E+02	-.56893E-06	9 AND 10 .34732E+02
1	2	-.96477E-05	-.55207E+03	1 AND 2 -.49575E+03
2	2	.55207E+03	.41918E+03	2 AND 4 -.29534E+03
3	2	-.14773E-04	.00000E+00	3 AND 4 -.27881E+03
4	2	-.41918E+03	-.36394E+01	4 AND 6 -.29533E+03
5	2	-.13637E-04	.00000E+00	5 AND 6 .44167E+01
6	2	.36394E+01	-.40437E+03	6 AND 8 -.29534E+03
7	2	.29781E-04	.00000E+00	7 AND 8 .26825E+03
8	2	.40437E+03	.53616E+03	8 AND 9 -.29533E+03
9	2	-.53616E+03	.19378E-04	9 AND 10 -.34185E+03

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED SHEARS	FROM JOINTS	
1	1	.26162E+01	.26162E+01	1 AND 2
2	1	-.22709E+02	-.22709E+02	2 AND 4

3	1	-.75285E-09	-.75285E-09	3 AND	4
4	1	.21643E+03	-.28357E+03	4 AND	6
5	1	.14522E-13	.14522E-13	5 AND	6
6	1	.28357E+03	-.21643E+03	6 AND	8
7	1	-.58563E-09	-.58563E-09	7 AND	8
8	1	.22709E+02	.22709E+02	8 AND	9
9	1	-.26162E+01	-.26162E+01	9 AND	10
1	2	.78075E+02	.78075E+02	1 AND	2
2	2	-.19425E+03	-.19425E+03	2 AND	4
3	2	.29546E-05	.29546E-05	3 AND	4
4	2	.84564E+02	.84564E+02	4 AND	6
5	2	.27275E-05	.27275E-05	5 AND	6
6	2	.80147E+02	.80147E+02	6 AND	8
7	2	-.59562E-05	-.59562E-05	7 AND	8
8	2	-.18811E+03	-.18811E+03	8 AND	9
9	2	.75825E+02	.75825E+02	9 AND	10

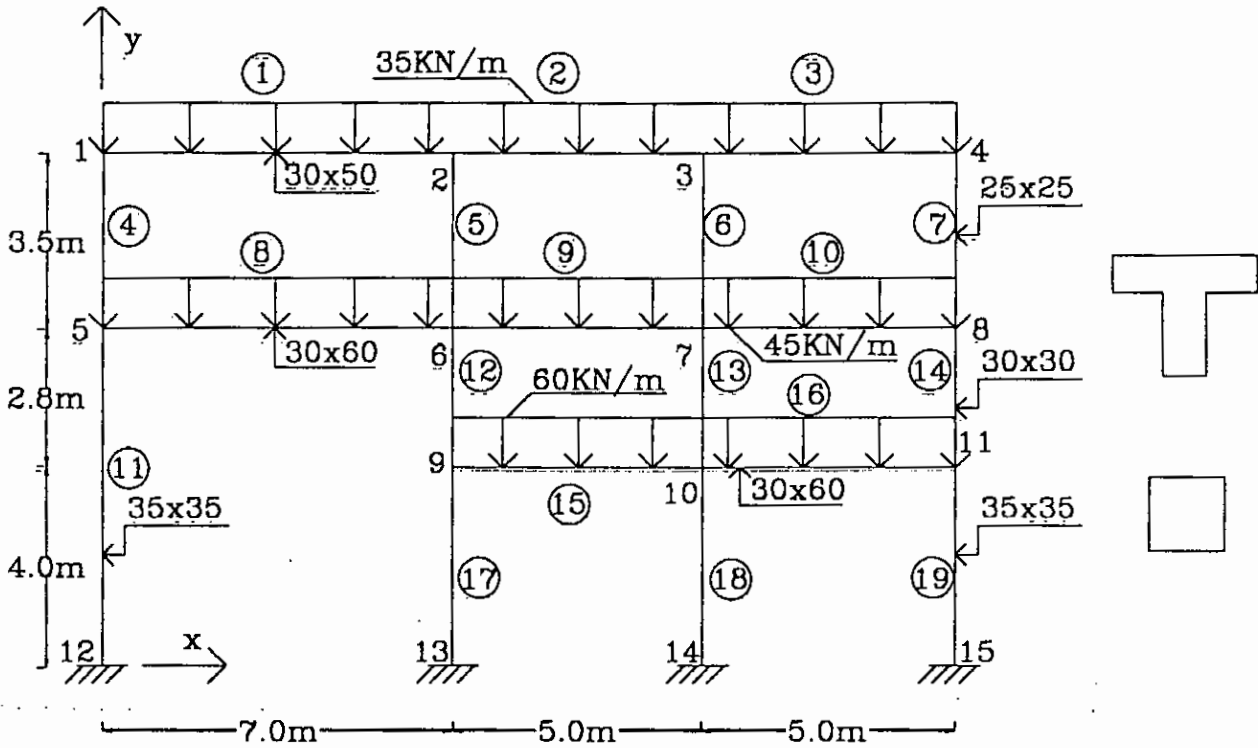
JOINT	LOAD-SET	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
1	1	-.264092E+02	-.227093E+02	-.591479E-06
2	1	.190735E-05	.381470E-05	.572205E-05
3	1	.752847E-09	.239141E+03	.376424E-08
4	1	.000000E+00	.000000E+00	-.152588E-04
5	1	-.145225E-13	.567136E+03	-.726125E-13
6	1	.190735E-05	.152588E-04	.000000E+00
7	1	.585630E-09	.239141E+03	.292815E-08
8	1	-.190735E-05	.324249E-04	-.762939E-05
9	1	.190735E-05	.000000E+00	-.762939E-05
10	1	.264092E+02	-.227093E+02	-.568931E-06
1	2	.295339E+03	.405753E+03	-.964765E-05
2	2	.268555E-02	-.600004E+03	.610352E-04
3	2	-.295465E-05	.278814E+03	-.147732E-04
4	2	-.114746E-01	.762939E-04	-.915527E-04
5	2	-.272747E-05	-.441671E+01	-.136373E-04
6	2	.107727E-01	-.381470E-04	.123978E-04
7	2	.595618E-05	-.268254E+03	.297809E-04
8	2	-.114746E-01	.000000E+00	-.915527E-04
9	2	.921631E-02	.976563E-03	.000000E+00
10	2	-.295339E+03	.188106E+03	.193783E-04

-----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX13.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX13  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
 JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
 when it points to the upper line of the member \*\*\*  
 -----

### Παράδειγμα 14ο



Στο σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο πλαίσιο με τη φόρτιση και τις διαστάσεις του καθώς και τις συνθήκες στηριξεώς του.

Το υλικό είναι το οπλισμένο σκυρόδεμα, το μέτρο ελαστικότητας  $E = 2.1 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$  και το μέτρο διάτμησης  $G = 0,84 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$ .

Οι διατομές του κάθε μέλους φαίνονται στο σχήμα. Οι δοκοί θεωρούνται πλακοδοκοί με συνεργαζόμενο πλάτος  $b = b_0 + 12d$  και  $d = 15 \text{ cm}$ .

Θεωρείται ότι για τις πλακοδοκούς το 62,5% της διατομής ανθίσταται σε διάτμηση ( $\beta = 0,625$ ) ενώ για τους στύλους το 83,3% της διατομής ανθίσταται σε διάτμηση ( $\beta = 0,833$ ).

Το πλαίσιο θα επιλυθεί για την ακόλουθη περίπτωση φόρτισης:

Ομοιόμορφα φορτία στα μέλη 1, 2, 3, 8, 9, 10, 15, 16 όπως φαίνεται στο σχήμα.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX14 και EX14.OUT.





-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

-----  
 PLANE FRAME ELASTIC ANALYSIS  
 -----

-----  
 (ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 ALL DATA WILL BE READ FROM FILE- EX14  
 -----

-----  
 \*\* EXAMPLE 14 \*\*\*  
 -----

-----  
 JOINT AND MEMBER DATA ( 15 JOINTS 19 MEMBERS)  
 -----

JOINT NO	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	10.300	1	1	1
2	7.000	10.300	1	1	1
3	12.000	10.300	1	1	1
4	17.000	10.300	1	1	1
5	.000	6.800	1	1	1
6	7.000	6.800	1	1	1
7	12.000	6.800	1	1	1
8	17.000	6.800	1	1	1
9	7.000	4.000	1	1	1
10	12.000	4.000	1	1	1
11	17.000	4.000	1	1	1
12	.000	.000	0	0	0
13	7.000	.000	0	0	0
14	12.000	.000	0	0	0
15	17.000	.000	0	0	0

MEMBER	CONNECTION		INERTIA	AREA	LENGTH
1	1	TO 2	.64800E-02	.42000E+00	.70000E+01
2	2	TO 3	.64800E-02	.42000E+00	.50000E+01
3	3	TO 4	.64800E-02	.42000E+00	.50000E+01
4	1	TO 5	.12500E-02	.12250E+00	.35000E+01
5	2	TO 6	.32500E-03	.62500E-01	.35000E+01
6	3	TO 7	.32500E-03	.62500E-01	.35000E+01
7	4	TO 8	.32500E-03	.62500E-01	.35000E+01
8	5	TO 6	.11204E-01	.45000E+00	.70000E+01
9	6	TO 7	.11204E-01	.45000E+00	.50000E+01
10	7	TO 8	.11204E-01	.45000E+00	.50000E+01
11	5	TO 12	.12500E-02	.12250E+00	.68000E+01
12	6	TO 9	.67500E-03	.90000E-01	.28000E+01
13	7	TO 10	.67500E-03	.90000E-01	.28000E+01
14	8	TO 11	.67500E-03	.90000E-01	.28000E+01
15	9	TO 10	.11204E-01	.45000E+00	.50000E+01
16	10	TO 11	.11204E-01	.45000E+00	.50000E+01
17	9	TO 13	.12500E-02	.12250E+00	.40000E+01
18	10	TO 14	.12500E-02	.12250E+00	.40000E+01
19	11	TO 15	.12500E-02	.12250E+00	.40000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
11	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

12	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
13	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
14	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
15	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
16	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
17	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
18	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
19	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED JOINTS  
 IN LOAD-SET 1 THERE ARE 8 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D. LOADING
1	1	35.00000
2	1	35.00000
3	1	35.00000
8	1	45.00000
9	1	45.00000
10	1	45.00000
15	1	60.00000
16	1	60.00000

\*\*\* EXAMPLE 14 \*\*\*

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 15  
 NUMBER OF MEMBERS = 19  
 DEGREE OF FREEDOM = 33  
 WIDTH OF THE BAND = 24  
 TERMS IN K-MATRIX = 792  
 NO. OF LOAD CASES = 1

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.26390E-02	-.80642E-03	.19591E-02
2	1	.26206E-02	-.24531E-02	-.65950E-03
3	1	.26125E-02	-.21902E-02	.20873E-03
4	1	.26066E-02	-.95928E-03	-.97631E-03
5	1	-.58144E-04	-.65827E-03	.14326E-02
6	1	-.44662E-04	-.18276E-02	-.48128E-03
7	1	-.41708E-04	-.17294E-02	.12522E-03
8	1	-.42355E-04	-.74922E-03	-.67905E-03
9	1	.27002E-03	-.10291E-02	.62333E-03
10	1	.26957E-03	-.11525E-02	-.69889E-04
11	1	.27170E-03	-.47877E-03	-.65686E-03
12	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
13	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
14	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
15	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE	
1	1	-.44374E+02	.13965E+03	1 AND 2	-.23100E+02
2	1	-.12395E+03	.69142E+02	2 AND 3	-.14328E+02
3	1	-.62490E+02	.18839E+02	3 AND 4	-.10435E+02
4	1	.44374E+02	.36476E+02	1 AND 5	-.10889E+03

5	1	-.15696E+02	-.15001E+02	2 AND	6	-.23457E+03
6	1	-.66521E+01	-.69778E+01	3 AND	7	-.17277E+03
7	1	-.18839E+02	-.17680E+02	4 AND	8	-.78770E+02
8	1	-.58663E+02	.18018E+03	5 AND	6	.18201E+02
9	1	-.16497E+03	.79609E+02	6 AND	7	.55833E+01
10	1	-.77696E+02	.34112E+02	7 AND	8	-.12229E+01
11	1	.22187E+02	.11126E+02	5 AND	12	-.24903E+03
12	1	-.20647E+00	.10978E+02	6 AND	9	-.53900E+03
13	1	.50644E+01	.30889E+01	7 AND	10	-.38941E+03
14	1	-.16432E+02	-.16208E+02	8 AND	11	-.18255E+03
15	1	-.24466E+02	.16029E+03	9 AND	10	-.85210E+00
16	1	-.15898E+03	.35774E+02	10 AND	11	.40290E+01
17	1	.13489E+02	.53073E+01	9 AND	13	-.66184E+03
18	1	-.43977E+01	-.34804E+01	10 AND	14	-.74122E+03
19	1	-.19567E+02	-.10945E+02	11 AND	15	-.30791E+03

MEMBER LOAD-SET TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

1	1	.10889E+03	-.13611E+03	1 AND	2	
2	1	.98462E+02	-.76538E+02	2 AND	3	
3	1	.96230E+02	-.78770E+02	3 AND	4	
4	1	-.23100E+02	-.23100E+02	1 AND	5	
5	1	.87707E+01	.87707E+01	2 AND	6	
6	1	.38943E+01	.38943E+01	3 AND	7	
7	1	.10434E+02	.10434E+02	4 AND	8	
8	1	.14014E+03	-.17486E+03	5 AND	6	
9	1	.12957E+03	-.95428E+02	6 AND	7	
10	1	.12122E+03	-.10378E+03	7 AND	8	
11	1	-.48990E+01	-.48990E+01	5 AND	12	
12	1	-.38469E+01	-.38469E+01	6 AND	9	
13	1	-.29119E+01	-.29119E+01	7 AND	10	
14	1	.11657E+02	.11657E+02	8 AND	11	
15	1	.12283E+03	-.17717E+03	9 AND	10	
16	1	.17464E+03	-.12536E+03	10 AND	11	
17	1	-.46990E+01	-.46990E+01	9 AND	13	
18	1	.19695E+01	.19695E+01	10 AND	14	
19	1	.76280E+01	.76280E+01	11 AND	15	

JOINT LOAD-SET HORIZONTAL FORCE VERTICAL FORCE APPLIED MOMENT

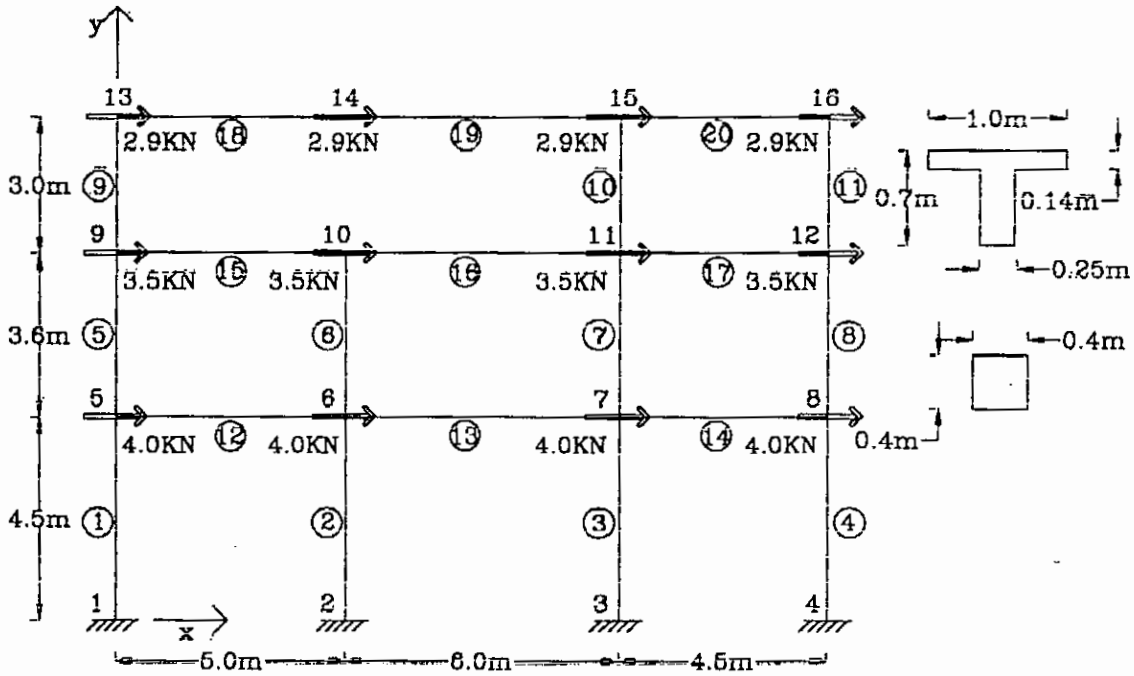
1	1	-.190735E-03	.762939E-05	.190735E-04
2	1	-.635147E-03	.305176E-04	-.343323E-04
3	1	.715733E-03	.106812E-03	-.524521E-05
4	1	-.641823E-03	.305176E-04	-.953674E-05
5	1	.114441E-04	-.122070E-03	.152588E-04
6	1	.145435E-04	.183105E-03	-.232458E-04
7	1	.126362E-04	.000000E+00	.133514E-04
8	1	.114441E-04	.457764E-04	-.171661E-04
9	1	-.205040E-04	.000000E+00	.181198E-04
10	1	.283718E-03	-.122070E-03	.524521E-05
11	1	.152588E-04	-.610352E-04	.209808E-04
12	1	.489900E+01	.249030E+03	.111263E+02
13	1	.469898E+01	.661838E+03	.530735E+01
14	1	-.196951E+01	.741220E+03	-.348038E+01
15	1	-.762804E+01	.307911E+03	-.109454E+02

-----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX14.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX14  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
 JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
when it points to the upper line of the member \*\*\*

## Παράδειγμα 15ο



Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο πλαίσιο με τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηριξέως του. Για όλα τα μέλη το υλικό είναι το οπλισμένο σκυρόδεμα με μέτρο ελαστικότητας  $E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$  και μέτρο διάτμησης  $G = 0,84 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$ . Οι διατομές φαίνονται στο σχήμα. Για τις δοκούς το εμβαδόν διατομής  $A = 0,28 \text{ m}^2$  και η ροπή αδρανείας  $I = 0,01246 \text{ m}^4$ . Για τους στύλους το εμβαδόν διατομής  $A = 0,16 \text{ m}^2$  και η ροπή αδρανείας  $I = 0,002133 \text{ m}^4$ .

Θεωρείται ότι για τις δοκούς το 62,5% της διατομής ανθίσταται σε διάτμηση ( $\beta = 0,625$ ) ενώ για τους στύλους το 83,3% της διατομής ανθίσταται στη διάτμηση ( $\beta = 0,833$ ).

Το πλαίσιο θα επιλυθεί για τις ακόλουθες περιπτώσεις φόρτισης:

- Ομοιόμορφα κατανεμημένα κατακόρυφο φορτίο 3,5 KN/m στα μέλη 12 έως 20.
- Δώδεκα οριζόντιες συγκεντρωμένες δυνάμεις στους κόμβους 5 έως 16 όπως φαίνεται στο σχήμα.
- Συνδυασμός των δύο προηγούμενων φορτίσεων.

Τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων έχουν τις ονομασίες EX15 και EX15.OUT.

Ακολουθούν τα αποτελέσματα υπολογισμού του πλαισίου με τρεις παραλλαγές.

### ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ 1

Στην πρώτη παραλλαγή έχουμε αντικατάσταση του οριζόντιου άνω ζυγώματος (μέλη 18 - 19) με κεκλιμένο, υψώνοντας τον κόμβο 14 κατά 2m. Για τα μέλη 18 και 19 η διατομή αλλάζει και γίνεται  $1 \times 0,14$ , έτσι το εμβαδόν διατομής  $A = 0,14 \text{ m}^2$ , η ροπή αδρανείας  $I = 0,0002287 \text{ m}^4$  και  $\beta = 0,833$ .

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων που έχουν τις ονομασίες EX15A και EX15A.OUT.

### ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ 2

Στη δεύτερη παραλλαγή έχουμε αντικατάσταση του στύλου (μέλη 4 - 8 - 11) με άκαμπτο τοίχωμα. Έτσι στα μέλη 4, 8 και 11 η διατομή γίνεται  $1,40 \times 0,25$ , το εμβαδόν διατομής  $A = 0,35 \text{ m}^2$ , η ροπή αδρανείας  $I = 0,05717 \text{ m}^4$  και  $\beta = 0,833$ .

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων που έχουν τις ονομασίες EX15B και EX15B.OUT.

### ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ 3

Στην τρίτη παραλλαγή έχουμε την αφαίρεση τμήματος στύλου για τη δημιουργία "φυτευτού υποστυλώματος". Στην εφαρμογή, λοιπόν, παραλείπεται ο κόμβος 2 και το μέλος 2. Έτσι στο πρόγραμμα δεδομένων οι κόμβοι γίνονται 15 και τα μέλη 19.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων που έχουν τις ονομασίες EX15C και EX15C.OUT.





----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----

----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----

----- PLANE FRAME ELASTIC ANALYSIS -----

----- (ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 ----- THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX15 -----

----- \*\* EXAMPLE 15 \*\*\* -----

----- JOINT AND MEMBER DATA ( 16 JOINTS 20 MEMBERS) -----

MEMBER	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	0	0	0
2	5.000	.000	0	0	0
3	11.000	.000	0	0	0
4	15.500	.000	0	0	0
5	.000	4.500	1	1	1
6	5.000	4.500	1	1	1
7	11.000	4.500	1	1	1
8	15.500	4.500	1	1	1
9	.000	8.100	1	1	1
10	5.000	8.100	1	1	1
11	11.000	8.100	1	1	1
12	15.500	8.100	1	1	1
13	.000	11.100	1	1	1
14	5.000	11.100	1	1	1
15	11.000	11.100	1	1	1
16	15.500	11.100	1	1	1

MEMBER	CONNECTION		INERTIA	AREA	LENGTH
1	1	TO 5	.21330E-02	.16000E+00	.45000E+01
2	2	TO 6	.21330E-02	.16000E+00	.45000E+01
3	3	TO 7	.21330E-02	.16000E+00	.45000E+01
4	4	TO 8	.21330E-02	.16000E+00	.45000E+01
5	5	TO 9	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
6	6	TO 10	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
7	7	TO 11	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
8	8	TO 12	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
9	9	TO 13	.21330E-02	.16000E+00	.30000E+01
10	11	TO 15	.21330E-02	.16000E+00	.30000E+01
11	12	TO 16	.21330E-02	.16000E+00	.30000E+01
12	5	TO 6	.12460E-01	.28000E+00	.50000E+01
13	6	TO 7	.12460E-01	.28000E+00	.60000E+01
14	7	TO 8	.12460E-01	.28000E+00	.45000E+01
15	9	TO 10	.12460E-01	.28000E+00	.50000E+01
16	10	TO 11	.12460E-01	.28000E+00	.60000E+01
17	11	TO 12	.12460E-01	.28000E+00	.45000E+01
18	13	TO 14	.12460E-01	.28000E+00	.50000E+01
19	14	TO 15	.12460E-01	.28000E+00	.60000E+01
20	15	TO 16	.12460E-01	.28000E+00	.45000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

10	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
11	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
12	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
13	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
14	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
15	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
16	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
17	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
18	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
19	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
20	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED JOINTS  
 IN LOAD-SET 1 THERE ARE 9 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
12	1	3.50000
13	1	3.50000
14	1	3.50000
15	1	3.50000
16	1	3.50000
17	1	3.50000
18	1	3.50000
19	1	3.50000
20	1	3.50000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 12 LOADED JOINTS

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
5	4.0000	.0000	.0000
6	4.0000	.0000	.0000
7	4.0000	.0000	.0000
8	4.0000	.0000	.0000
9	3.5000	.0000	.0000
10	3.5000	.0000	.0000
11	3.5000	.0000	.0000
12	3.5000	.0000	.0000
13	2.9000	.0000	.0000
14	2.9000	.0000	.0000
15	2.9000	.0000	.0000
16	2.9000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS  
 \*\*\* EXAMPLE 15 \*\*\*

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 16  
 NUMBER OF MEMBERS = 20  
 DEGREE OF FREEDOM = 36  
 WIDTH OF THE BAND = 15  
 TERMS IN K-MATRIX = 540  
 NO. OF LOAD CASES = 2

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

4	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	1	-.66440E-05	-.43892E-04	.23974E-04
6	1	-.63657E-05	-.56022E-04	.75390E-05
7	1	-.54892E-05	-.93457E-04	-.12261E-04
8	1	-.48714E-05	-.24597E-04	-.29637E-04
9	1	-.29530E-04	-.71284E-04	-.28638E-05
10	1	-.24224E-04	-.77804E-04	.15849E-04
11	1	-.18537E-04	-.14844E-03	-.39394E-05
12	1	-.17952E-04	-.36686E-04	-.35812E-04
13	1	.46772E-04	-.86833E-04	.29768E-03
14	1	.40891E-04	-.12764E-02	.28354E-04
15	1	.33834E-04	-.17891E-03	-.13707E-03
16	1	.32358E-04	-.39108E-04	.13275E-05

1	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	2	.20143E-02	.20754E-04	.13107E-03
6	2	.20150E-02	-.93386E-05	.58819E-04
7	2	.20148E-02	.14843E-04	.56179E-04
8	2	.20144E-02	-.26258E-04	.12676E-03
9	2	.28476E-02	.26332E-04	.76261E-04
10	2	.28463E-02	-.11213E-04	.14473E-04
11	2	.28491E-02	.19772E-04	.39122E-04
12	2	.28504E-02	-.34892E-04	.69800E-04
13	2	.31992E-02	.27069E-04	.46549E-04
14	2	.31995E-02	-.20725E-04	-.13159E-04
15	2	.31968E-02	.20930E-04	.19331E-04
16	2	.31963E-02	-.36787E-04	.36585E-04

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL	APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	1	.54682E+00	.10241E+01	1 AND 5	-.32773E+02
2	1	.22740E+00	.37749E+00	2 AND 6	-.41830E+02
3	1	-.16445E+00	-.40854E+00	3 AND 7	-.69781E+02
4	1	-.50636E+00	-.10964E+01	4 AND 8	-.18366E+02
5	1	.15514E+01	.88355E+00	5 AND 9	-.25565E+02
6	1	.10955E+01	.13023E+01	6 AND 10	-.20329E+02
7	1	-.42574E+00	-.21866E+00	7 AND 11	-.51322E+02
8	1	-.20174E+01	-.21710E+01	8 AND 12	-.11283E+02
9	1	.58864E+01	.14861E+02	9 AND 13	-.17416E+02
10	1	-.54934E+01	-.94691E+01	11 AND 15	-.34122E+02
11	1	-.34472E+01	-.23382E+01	12 AND 16	-.27125E+01
12	1	-.25755E+01	.10288E+02	5 AND 6	.32729E+00
13	1	-.11761E+02	.75123E+01	6 AND 7	.85895E+00
14	1	-.66780E+01	.31138E+01	7 AND 8	.80728E+00
15	1	-.67700E+01	.97719E+01	9 AND 10	.62396E+01
16	1	-.11074E+02	.81998E+01	10 AND 11	.55735E+01
17	1	-.24878E+01	.56182E+01	11 AND 12	.76501E+00
18	1	-.14861E+02	-.28467E+02	13 AND 14	-.69159E+01
19	1	.28467E+02	.35039E+02	14 AND 15	-.69159E+01
20	1	-.25570E+02	.23382E+01	15 AND 16	-.19285E+01
1	2	-.23596E+02	-.20986E+02	1 AND 5	.15496E+02
2	2	-.24993E+02	-.23822E+02	2 AND 6	-.69729E+01
3	2	-.25042E+02	-.23924E+02	3 AND 7	.11083E+02
4	2	-.23680E+02	-.21156E+02	4 AND 8	-.19606E+02
5	2	-.85192E+01	-.98832E+01	5 AND 9	.52063E+01
6	2	-.13434E+02	-.14538E+02	6 AND 10	-.17490E+01
7	2	-.13040E+02	-.13464E+02	7 AND 11	.46002E+01
8	2	-.89330E+01	-.10351E+02	8 AND 12	-.80575E+01
9	2	-.43017E+01	-.51889E+01	9 AND 13	.82572E+00

10	2	-.70755E+01	-.76665E+01	11 AND	15	.12968E+01
11	2	-.47871E+01	-.57789E+01	12 AND	16	-.21225E+01
12	2	.29506E+02	.21943E+02	5 AND	6	.79552E+00
13	2	.15313E+02	.15083E+02	6 AND	7	-.12617E+00
14	2	.21881E+02	.30089E+02	7 AND	8	-.60718E+00
15	2	.14185E+02	.77180E+01	9 AND	10	-.15531E+01
16	2	.68198E+01	.89696E+01	10 AND	11	.27166E+01
17	2	.11570E+02	.15138E+02	11 AND	12	.16661E+01
18	2	.51889E+01	-.10603E+01	13 AND	14	.26376E+00
19	2	.10603E+01	.38941E+01	14 AND	15	-.26365E+01
20	2	.37724E+01	.57789E+01	15 AND	16	-.62265E+00

MEMBER LOAD-SET TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

1	1	-.34909E+00	-.34909E+00	1 AND	5
2	1	-.13442E+00	-.13442E+00	2 AND	6
3	1	.12733E+00	.12733E+00	3 AND	7
4	1	.35616E+00	.35616E+00	4 AND	8
5	1	-.67638E+00	-.67638E+00	5 AND	9
6	1	-.66608E+00	-.66608E+00	6 AND	10
7	1	.17900E+00	.17900E+00	7 AND	11
8	1	.11634E+01	.11634E+01	8 AND	12
9	1	-.69159E+01	-.69159E+01	9 AND	13
10	1	.49875E+01	.49875E+01	11 AND	15
11	1	.19285E+01	.19285E+01	12 AND	16
12	1	.72076E+01	-.10292E+02	5 AND	6
13	1	.11208E+02	-.97919E+01	6 AND	7
14	1	.86671E+01	-.70829E+01	7 AND	8
15	1	.81496E+01	-.93504E+01	9 AND	10
16	1	.10979E+02	-.10021E+02	10 AND	11
17	1	.71793E+01	-.85707E+01	11 AND	12
18	1	.17416E+02	-.84288E-01	13 AND	14
19	1	-.84293E-01	-.21084E+02	14 AND	15
20	1	.13038E+02	-.27125E+01	15 AND	16

1	2	.99072E+01	.99072E+01	1 AND	5
2	2	.10848E+02	.10848E+02	2 AND	6
3	2	.10881E+02	.10881E+02	3 AND	7
4	2	.99635E+01	.99635E+01	4 AND	8
5	2	.51118E+01	.51118E+01	5 AND	9
6	2	.77700E+01	.77700E+01	6 AND	10
7	2	.73621E+01	.73621E+01	7 AND	11
8	2	.53565E+01	.53565E+01	8 AND	12
9	2	.31635E+01	.31635E+01	9 AND	13
10	2	.49140E+01	.49140E+01	11 AND	15
11	2	.35220E+01	.35220E+01	12 AND	16
12	2	-.10290E+02	-.10290E+02	5 AND	6
13	2	-.50660E+01	-.50660E+01	6 AND	7
14	2	-.11549E+02	-.11549E+02	7 AND	8
15	2	-.43806E+01	-.43806E+01	9 AND	10
16	2	-.26316E+01	-.26316E+01	10 AND	11
17	2	-.59350E+01	-.59350E+01	11 AND	12
18	2	-.82573E+00	-.82573E+00	13 AND	14
19	2	-.82573E+00	-.82573E+00	14 AND	15
20	2	-.21225E+01	-.21225E+01	15 AND	16

JOINT LOAD-SET HORIZONTAL FORCE VERTICAL FORCE APPLIED MOMENT

1	1	.349091E+00	.327729E+02	.546821E+00
2	1	.134419E+00	.418300E+02	.227400E+00
3	1	-.127329E+00	.697810E+02	-.164445E+00
4	1	-.356165E+00	.183661E+02	-.506363E+00
5	1	.298023E-07	.000000E+00	-.476837E-06
6	1	.149012E-05	.572205E-05	.000000E+00

7	1	-.834465E-06	.143051E-05	.476837E-06
8	1	.101328E-05	.333786E-05	.953674E-06
9	1	-.147820E-04	-.572205E-05	-.953674E-06
10	1	-.381470E-05	.953674E-06	-.190735E-05
11	1	.399351E-05	.286102E-04	.953674E-06
12	1	.256300E-05	.381470E-05	.000000E+00
13	1	.000000E+00	.762939E-05	.381470E-05
14	1	-.190735E-05	-.476837E-05	-.190735E-05
15	1	-.655651E-05	.209808E-04	.762939E-05
16	1	.298023E-05	.667572E-05	-.953674E-06
1	2	-.990719E+01	-.154961E+02	-.235959E+02
2	2	-.108478E+02	.697286E+01	-.249931E+02
3	2	-.108813E+02	-.110831E+02	-.250422E+02
4	2	-.996353E+01	.196063E+02	-.236798E+02
5	2	.399987E+01	.190735E-05	.762939E-05
6	2	.399952E+01	.238419E-05	-.190735E-05
7	2	.400019E+01	.953674E-06	-.190735E-05
8	2	.399982E+01	-.190735E-05	-.190735E-05
9	2	.350140E+01	.476837E-06	.667572E-05
10	2	.350028E+01	-.476837E-06	-.572205E-05
11	2	.349868E+01	-.333786E-05	-.123978E-04
12	2	.350060E+01	.123978E-04	-.190735E-05
13	2	.289977E+01	-.160933E-05	-.953674E-06
14	2	.290028E+01	-.357628E-06	.107288E-05
15	2	.290011E+01	-.953674E-06	-.159740E-04
16	2	.289936E+01	-.333786E-05	-.953674E-06

\*\*\* EXAMPLE 15 \*\*\*

THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE 1 \* 1.000  
LOAD CASE 2 \* 1.000

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
2	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
3	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
4	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
5	.20077E-02	-.23139E-04	.15505E-03
6	.20086E-02	-.65361E-04	.66358E-04
7	.20094E-02	-.78613E-04	.43918E-04
8	.20095E-02	-.50856E-04	.97126E-04
9	.28181E-02	-.44952E-04	.73397E-04
10	.28221E-02	-.89016E-04	.30322E-04
11	.28306E-02	-.12867E-03	.35182E-04
12	.28324E-02	-.71578E-04	.33989E-04
13	.32460E-02	-.59764E-04	.34423E-03
14	.32404E-02	-.12971E-02	.15195E-04
15	.32306E-02	-.15798E-03	-.11774E-03
16	.32287E-02	-.75895E-04	.37913E-04

MEMBER	TERMINAL	APPLIED	MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	-.23049E+02	-.19962E+02	1 AND 5	5	-.17277E+02
2	-.24766E+02	-.23445E+02	2 AND 6	6	-.48803E+02
3	-.25207E+02	-.24332E+02	3 AND 7	7	-.58698E+02
4	-.24186E+02	-.22253E+02	4 AND 8	8	-.37972E+02
5	-.69678E+01	-.89997E+01	5 AND 9	9	-.20359E+02
6	-.12339E+02	-.13235E+02	6 AND 10	10	-.22078E+02
7	-.13465E+02	-.13683E+02	7 AND 11	11	-.46722E+02
8	-.10950E+02	-.12522E+02	8 AND 12	12	-.19341E+02
9	.15848E+01	.96725E+01	9 AND 13	13	-.16590E+02

10	-.12569E+02	-.17136E+02	11 AND	15	-.32825E+02
11	-.82343E+01	-.81171E+01	12 AND	16	-.48350E+01
12	.26930E+02	.32231E+02	5 AND	6	.11228E+01
13	.35523E+01	.22595E+02	6 AND	7	.73278E+00
14	.15203E+02	.33203E+02	7 AND	8	.20010E+00
15	.74149E+01	.17490E+02	9 AND	10	.46864E+01
16	-.42545E+01	.17169E+02	10 AND	11	.82901E+01
17	.90822E+01	.20756E+02	11 AND	12	.24311E+01
18	-.96725E+01	-.29527E+02	13 AND	14	-.66522E+01
19	.29527E+02	.38933E+02	14 AND	15	-.95525E+01
20	-.21797E+02	.81171E+01	15 AND	16	-.25511E+01

-----

MEMBER      TERMINAL APPLIED SHEARS      FROM JOINTS

1	.32765E+01	.32765E+01	1 AND	5
2	.19559E+02	.19559E+02	2 AND	6
3	-.43320E+01	-.43320E+01	3 AND	7
4	.13004E+02	.13004E+02	4 AND	8
5	.44354E+01	.44354E+01	5 AND	9
6	.71039E+01	.71039E+01	6 AND	10
7	.75411E+01	.75411E+01	7 AND	11
8	.65200E+01	.65200E+01	8 AND	12
9	-.37524E+01	-.37524E+01	9 AND	13
10	.99015E+01	.99015E+01	11 AND	15
11	.54505E+01	.54505E+01	12 AND	16
12	-.30823E+01	-.20582E+02	5 AND	6
13	.61421E+01	-.14858E+02	6 AND	7
14	-.28818E+01	-.18632E+02	7 AND	8
15	.37690E+01	-.13731E+02	9 AND	10
16	.83475E+01	-.12652E+02	10 AND	11
17	.12443E+01	-.14506E+02	11 AND	12
18	.16590E+02	-.91001E+00	13 AND	14
19	-.91002E+00	-.21910E+02	14 AND	15
20	.10915E+02	-.48350E+01	15 AND	16

-----

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX15.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX15  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
when it points to the upper line of the member \*\*\*

-----



-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM  
 -----

ACADEMIC YEAR 1995-1996  
 -----

PLANE FRAME ELASTIC ANALYSIS  
 -----

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 (THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX15A  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 15A \*\*\*  
 -----

JOINT AND MEMBER DATA ( 16 JOINTS 20 MEMBERS)  
 -----

JOINT	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	0	0	0
2	5.000	.000	0	0	0
3	11.000	.000	0	0	0
4	15.500	.000	0	0	0
5	.000	4.500	1	1	1
6	5.000	4.500	1	1	1
7	11.000	4.500	1	1	1
8	15.500	4.500	1	1	1
9	.000	8.100	1	1	1
10	5.000	8.100	1	1	1
11	11.000	8.100	1	1	1
12	15.500	8.100	1	1	1
13	.000	11.100	1	1	1
14	5.000	13.100	1	1	1
15	11.000	11.100	1	1	1
16	15.500	11.100	1	1	1

MEMBER	CONNECTION		INERTIA	AREA	LENGTH
1	1	TO 5	.21330E-02	.16000E+00	.45000E+01
2	2	TO 6	.21330E-02	.16000E+00	.45000E+01
3	3	TO 7	.21330E-02	.16000E+00	.45000E+01
4	4	TO 8	.21330E-02	.16000E+00	.45000E+01
5	5	TO 9	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
6	6	TO 10	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
7	7	TO 11	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
8	8	TO 12	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
9	9	TO 13	.21330E-02	.16000E+00	.30000E+01
10	11	TO 15	.21330E-02	.16000E+00	.30000E+01
11	12	TO 16	.21330E-02	.16000E+00	.30000E+01
12	5	TO 6	.12460E-01	.28000E+00	.50000E+01
13	6	TO 7	.12460E-01	.28000E+00	.60000E+01
14	7	TO 8	.12460E-01	.28000E+00	.45000E+01
15	9	TO 10	.12460E-01	.28000E+00	.50000E+01
16	10	TO 11	.12460E-01	.28000E+00	.60000E+01
17	11	TO 12	.12460E-01	.28000E+00	.45000E+01
18	13	TO 14	.22870E-03	.14000E+00	.53852E+01
19	14	TO 15	.22870E-03	.14000E+00	.63246E+01
20	15	TO 16	.12460E-01	.28000E+00	.45000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00



10	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
11	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
12	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
13	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
14	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
15	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
16	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
17	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
18	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
19	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
20	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED JOINTS  
 IN LOAD-SET 1 THERE ARE 9 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
12	1	3.50000
13	1	3.50000
14	1	3.50000
15	1	3.50000
16	1	3.50000
17	1	3.50000
18	1	3.50000
19	1	3.50000
20	1	3.50000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 12 LOADED JOINTS

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
5	4.0000	.0000	.0000
6	4.0000	.0000	.0000
7	4.0000	.0000	.0000
8	4.0000	.0000	.0000
9	3.5000	.0000	.0000
10	3.5000	.0000	.0000
11	3.5000	.0000	.0000
12	3.5000	.0000	.0000
13	2.9000	.0000	.0000
14	2.9000	.0000	.0000
15	2.9000	.0000	.0000
16	2.9000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS  
 \*\*\* EXAMPLE 15A \*\*\*

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 16  
 NUMBER OF MEMBERS = 20  
 DEGREE OF FREEDOM = 36  
 WIDTH OF THE BAND = 15  
 TERMS IN K-MATRIX = 540  
 NO. OF LOAD CASES = 2

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

4	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	1	-.22370E-05	-.54454E-04	.31819E-04
6	1	-.40493E-05	-.45881E-04	-.53608E-06
7	1	-.47575E-05	-.80747E-04	-.89974E-05
8	1	-.49374E-05	-.36886E-04	-.29394E-04
9	1	-.77638E-04	-.90795E-04	-.15902E-03
10	1	-.61109E-04	-.58877E-04	.41528E-04
11	1	-.42756E-04	-.12517E-03	.63778E-05
12	1	-.36412E-04	-.59377E-04	.60289E-05
13	1	-.26763E-02	-.10786E-03	-.94789E-03
14	1	-.96171E-03	-.45104E-02	.95547E-03
15	1	.44057E-03	-.14744E-03	-.13106E-04
16	1	.43413E-03	-.68480E-04	.11102E-04

1	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	2	.20147E-02	.21514E-04	.13027E-03
6	2	.20157E-02	-.10390E-04	.59557E-04
7	2	.20156E-02	.16405E-04	.56419E-04
8	2	.20152E-02	-.27528E-04	.12772E-03
9	2	.28576E-02	.27749E-04	.95780E-04
10	2	.28559E-02	-.13236E-04	.10449E-04
11	2	.28584E-02	.22669E-04	.39318E-04
12	2	.28599E-02	-.37182E-04	.72713E-04
13	2	.36582E-02	.28304E-04	.32189E-03
14	2	.34220E-02	.62171E-03	-.12322E-03
15	2	.32172E-02	.24809E-04	.40214E-04
16	2	.32165E-02	-.39877E-04	.31577E-04

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL	APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	1	.64044E+00	.12739E+01	1 AND 5	-.40659E+02
2	1	.42196E-01	.31523E-01	2 AND 6	-.34258E+02
3	1	-.11122E+00	-.29034E+00	3 AND 7	-.60291E+02
4	1	-.50083E+00	-.10860E+01	4 AND 8	-.27541E+02
5	1	-.69609E+00	-.54450E+01	5 AND 9	-.33918E+02
6	1	.20931E+01	.31398E+01	6 AND 10	-.12129E+02
7	1	.47425E+00	.85687E+00	7 AND 11	-.41462E+02
8	1	-.65236E+00	.22914E+00	8 AND 12	-.20992E+02
9	1	.38378E+02	.14821E+02	9 AND 13	-.19109E+02
10	1	-.13697E+02	-.14279E+02	11 AND 15	-.24945E+02
11	1	-.12687E+02	-.12536E+02	12 AND 16	-.10196E+02
12	1	-.57780E+00	.10619E+02	5 AND 6	-.21313E+01
13	1	-.12744E+02	.75183E+01	6 AND 7	-.69406E+00
14	1	-.77022E+01	.17384E+01	7 AND 8	-.23507E+00
15	1	-.32933E+02	.26400E+01	9 AND 10	.19439E+02
16	1	-.57798E+01	.12154E+02	10 AND 11	.17985E+02
17	1	.68596E+00	.12458E+02	11 AND 12	.82900E+01
18	1	-.14821E+02	.54911E+01	13 AND 14	-.23561E+02
19	1	-.54911E+01	.16371E+02	14 AND 15	-.22955E+02
20	1	-.20922E+01	.12536E+02	15 AND 16	-.84074E+01
1	2	-.23617E+02	-.21024E+02	1 AND 5	.16064E+02
2	2	-.24988E+02	-.23802E+02	2 AND 6	-.77581E+01
3	2	-.25048E+02	-.23925E+02	3 AND 7	.12249E+02
4	2	-.23672E+02	-.21129E+02	4 AND 8	-.20555E+02
5	2	-.82878E+01	-.91461E+01	5 AND 9	.58193E+01
6	2	-.13671E+02	-.14893E+02	6 AND 10	-.26559E+01
7	2	-.13194E+02	-.13620E+02	7 AND 11	.58465E+01
8	2	-.89922E+01	-.10361E+02	8 AND 12	-.90099E+01
9	2	-.83129E+01	-.15608E+01	9 AND 13	.62194E+00

10	2	-.68022E+01	-.67754E+01	11 AND	15	.23966E+01
11	2	-.50612E+01	-.62896E+01	12 AND	16	-.30186E+01
12	2	.29311E+02	.21910E+02	5 AND	6	.10774E+01
13	2	.15563E+02	.15290E+02	6 AND	7	-.14608E-01
14	2	.21829E+02	.30121E+02	7 AND	8	-.58012E+00
15	2	.17459E+02	.85279E+01	9 AND	10	-.19494E+01
16	2	.63654E+01	.88833E+01	10 AND	11	.24847E+01
17	2	.11539E+02	.15422E+02	11 AND	12	.19082E+01
18	2	.15608E+01	.76686E+00	13 AND	14	.59405E+00
19	2	-.76686E+00	-.51864E+00	14 AND	15	-.25770E+01
20	2	.72940E+01	.62896E+01	15 AND	16	-.88300E+00

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

1	1	-.42541E+00	-.42541E+00	1 AND	5	
2	1	-.16382E-01	-.16382E-01	2 AND	6	
3	1	.89235E-01	.89235E-01	3 AND	7	
4	1	.35263E+00	.35263E+00	4 AND	8	
5	1	.17059E+01	.17059E+01	5 AND	9	
6	1	-.14536E+01	-.14536E+01	6 AND	10	
7	1	-.36976E+00	-.36976E+00	7 AND	11	
8	1	.11756E+00	.11756E+00	8 AND	12	
9	1	-.17733E+02	-.17733E+02	9 AND	13	
10	1	.93254E+01	.93254E+01	11 AND	15	
11	1	.84075E+01	.84075E+01	12 AND	16	
12	1	.67417E+01	-.10758E+02	5 AND	6	
13	1	.11371E+02	-.96291E+01	6 AND	7	
14	1	.92003E+01	-.65497E+01	7 AND	8	
15	1	.14809E+02	-.26914E+01	9 AND	10	
16	1	.94376E+01	-.11562E+02	10 AND	11	
17	1	.49541E+01	-.10796E+02	11 AND	12	
18	1	.11156E+02	-.76916E+01	13 AND	14	
19	1	.93477E+01	-.12788E+02	14 AND	15	
20	1	.55543E+01	-.10196E+02	15 AND	16	

1	2	.99201E+01	.99201E+01	1 AND	5	
2	2	.10842E+02	.10842E+02	2 AND	6	
3	2	.10883E+02	.10883E+02	3 AND	7	
4	2	.99558E+01	.99558E+01	4 AND	8	
5	2	.48428E+01	.48428E+01	5 AND	9	
6	2	.79346E+01	.79346E+01	6 AND	10	
7	2	.74484E+01	.74484E+01	7 AND	11	
8	2	.53759E+01	.53759E+01	8 AND	12	
9	2	.32912E+01	.32912E+01	9 AND	13	
10	2	.45259E+01	.45259E+01	11 AND	15	
11	2	.37836E+01	.37836E+01	12 AND	16	
12	2	-.10244E+02	-.10244E+02	5 AND	6	
13	2	-.51421E+01	-.51421E+01	6 AND	7	
14	2	-.11545E+02	-.11545E+02	7 AND	8	
15	2	-.51974E+01	-.51974E+01	9 AND	10	
16	2	-.25414E+01	-.25414E+01	10 AND	11	
17	2	-.59913E+01	-.59913E+01	11 AND	12	
18	2	-.43223E+00	-.43223E+00	13 AND	14	
19	2	.20326E+00	.20326E+00	14 AND	15	
20	2	-.30186E+01	-.30186E+01	15 AND	16	

JOINT      LOAD-SET      HORIZONTAL FORCE      VERTICAL FORCE      APPLIED MOMENT

1	1	.425408E+00	.406594E+02	.640444E+00
2	1	.163820E-01	.342581E+02	.421957E-01
3	1	-.892353E-01	.602911E+02	-.111219E+00
4	1	-.352630E+00	.275413E+02	-.500831E+00
5	1	.238419E-06	-.953674E-06	.476837E-06
6	1	.298023E-06	.190735E-05	-.953674E-06

7	1	.566244E-06	-.429153E-05	.953674E-06
8	1	.149012E-06	.476837E-06	.143051E-05
9	1	-.267029E-04	-.381470E-05	-.810623E-05
10	1	-.209808E-04	-.953674E-06	-.476837E-05
11	1	.181198E-04	.381470E-04	.000000E+00
12	1	-.953674E-06	.476837E-05	-.953674E-06
13	1	.250340E-04	.486374E-04	-.123978E-04
14	1	.305176E-04	-.600815E-04	-.953674E-06
15	1	-.514984E-04	.352859E-04	-.190735E-05
16	1	.991821E-04	.858307E-05	.286102E-05
1	2	-.992015E+01	-.160636E+02	-.236171E+02
2	2	-.108422E+02	.775809E+01	-.249878E+02
3	2	-.108828E+02	-.122490E+02	-.250479E+02
4	2	-.995584E+01	.205546E+02	-.236720E+02
5	2	.399995E+01	.953674E-06	-.572205E-05
6	2	.399969E+01	.143051E-05	.000000E+00
7	2	.399996E+01	.190735E-05	-.190735E-05
8	2	.399981E+01	.953674E-06	.000000E+00
9	2	.350093E+01	.381470E-05	-.762939E-05
10	2	.350049E+01	-.119209E-05	.953674E-05
11	2	.349900E+01	-.476837E-05	-.858307E-05
12	2	.350050E+01	.109673E-04	.476837E-05
13	2	.290019E+01	.244379E-05	-.213385E-04
14	2	.290005E+01	-.145018E-03	.357628E-06
15	2	.289985E+01	.105143E-03	-.109673E-04
16	2	.290060E+01	.476837E-06	.572205E-05

\*\*\* EXAMPLE 15A \*\*\*

THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE 1 \* 1.000  
LOAD CASE 2 \* 1.000

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
2	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
3	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
4	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
5	.20125E-02	-.32941E-04	.16209E-03
6	.20116E-02	-.56272E-04	.59021E-04
7	.20109E-02	-.64342E-04	.47422E-04
8	.20103E-02	-.64414E-04	.98328E-04
9	.27799E-02	-.63046E-04	-.63236E-04
10	.27948E-02	-.72113E-04	.51976E-04
11	.28157E-02	-.10250E-03	.45695E-04
12	.28235E-02	-.96559E-04	.78742E-04
13	.98195E-03	-.79552E-04	-.62600E-03
14	.24603E-02	-.38887E-02	.83225E-03
15	.36578E-02	-.12263E-03	.27108E-04
16	.36507E-02	-.10836E-03	.42679E-04

MEMBER	TERMINAL	APPLIED	MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	-.22977E+02	-.19750E+02	1 AND	5	-.24596E+02
2	-.24946E+02	-.23771E+02	2 AND	6	-.42016E+02
3	-.25159E+02	-.24215E+02	3 AND	7	-.48042E+02
4	-.24173E+02	-.22215E+02	4 AND	8	-.48096E+02
5	-.89839E+01	-.14591E+02	5 AND	9	-.28098E+02
6	-.11578E+02	-.11753E+02	6 AND	10	-.14785E+02
7	-.12720E+02	-.12763E+02	7 AND	11	-.35615E+02
8	-.96445E+01	-.10132E+02	8 AND	12	-.30001E+02
9	.30065E+02	.13260E+02	9 AND	13	-.18487E+02

10	-.20499E+02	-.21054E+02	11 AND	15	-.22549E+02
11	-.17748E+02	-.18825E+02	12 AND	16	-.13214E+02
12	.28734E+02	.32529E+02	5 AND	6	-.10538E+01
13	.28195E+01	.22808E+02	6 AND	7	-.70867E+00
14	.14127E+02	.31860E+02	7 AND	8	-.81519E+00
15	-.15474E+02	.11168E+02	9 AND	10	.17489E+02
16	.58556E+00	.21038E+02	10 AND	11	.20470E+02
17	.12225E+02	.27880E+02	11 AND	12	.10198E+02
18	-.13260E+02	.62579E+01	13 AND	14	-.22967E+02
19	-.62579E+01	.15853E+02	14 AND	15	-.25532E+02
20	.52018E+01	.18825E+02	15 AND	16	-.92904E+01

-----

MEMBER	TERMINAL	APPLIED	SHEARS	FROM	JOINTS
--------	----------	---------	--------	------	--------

1	.10080E+01	.10080E+01	1 AND	5
2	.12398E+02	.12398E+02	2 AND	6
3	.87507E+01	.87507E+01	3 AND	7
4	.46165E+01	.46165E+01	4 AND	8
5	.65486E+01	.65486E+01	5 AND	9
6	.64810E+01	.64810E+01	6 AND	10
7	.70786E+01	.70786E+01	7 AND	11
8	.54935E+01	.54935E+01	8 AND	12
9	-.14442E+02	-.14442E+02	9 AND	13
10	.13851E+02	.13851E+02	11 AND	15
11	.12191E+02	.12191E+02	12 AND	16
12	-.35026E+01	-.21003E+02	5 AND	6
13	.62288E+01	-.14771E+02	6 AND	7
14	-.23444E+01	-.18094E+02	7 AND	8
15	.96112E+01	-.78888E+01	9 AND	10
16	.68961E+01	-.14104E+02	10 AND	11
17	-.10372E+01	-.16787E+02	11 AND	12
18	.10724E+02	-.81238E+01	13 AND	14
19	.95509E+01	-.12585E+02	14 AND	15
20	.25357E+01	-.13214E+02	15 AND	16

-----

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX15A.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX15A  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
when it points to the upper line of the member \*\*\*

-----



-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM  
 ACADEMIC YEAR 1995-1996  
 -----

-----  
 ANE FRAME ELASTIC ANALYSIS  
 -----

ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 E DATA WILL BE READ FROM FILE- EX15B  
 -----

-----  
 \*\* EXAMPLE 15B \*\*\*  
 -----

-----  
 INT AND MEMBER DATA ( 16 JOINTS 20 MEMBERS)  
 -----

DE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	0	0	0
2	5.000	.000	0	0	0
3	11.000	.000	0	0	0
4	15.500	.000	0	0	0
5	.000	4.500	1	1	1
6	5.000	4.500	1	1	1
7	11.000	4.500	1	1	1
8	15.500	4.500	1	1	1
9	.000	8.100	1	1	1
0	5.000	8.100	1	1	1
1	11.000	8.100	1	1	1
2	15.500	8.100	1	1	1
3	.000	11.100	1	1	1
4	5.000	11.100	1	1	1
5	11.000	11.100	1	1	1
6	15.500	11.100	1	1	1

MEMBER	CONNECTION		INERTIA	AREA	LENGTH
1	1	TO 5	.21330E-02	.16000E+00	.45000E+01
2	2	TO 6	.21330E-02	.16000E+00	.45000E+01
3	3	TO 7	.21330E-02	.16000E+00	.45000E+01
4	4	TO 8	.57170E-01	.35000E+00	.45000E+01
5	5	TO 9	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
6	6	TO 10	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
7	7	TO 11	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
8	8	TO 12	.57170E-01	.35000E+00	.36000E+01
9	9	TO 13	.21330E-02	.16000E+00	.30000E+01
10	11	TO 15	.21330E-02	.16000E+00	.30000E+01
11	12	TO 16	.57170E-01	.35000E+00	.30000E+01
12	5	TO 6	.12460E-01	.28000E+00	.50000E+01
13	6	TO 7	.12460E-01	.28000E+00	.60000E+01
14	7	TO 8	.12460E-01	.28000E+00	.45000E+01
15	9	TO 10	.12460E-01	.28000E+00	.50000E+01
16	10	TO 11	.12460E-01	.28000E+00	.60000E+01
17	11	TO 12	.12460E-01	.28000E+00	.45000E+01
18	13	TO 14	.12460E-01	.28000E+00	.50000E+01
19	14	TO 15	.12460E-01	.28000E+00	.60000E+01
20	15	TO 16	.12460E-01	.28000E+00	.45000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

10	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
11	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
12	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
13	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
14	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
15	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
16	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
17	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
18	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
19	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
20	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED JOINTS  
 IN LOAD-SET 1 THERE ARE 9 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
12	1	3.50000
13	1	3.50000
14	1	3.50000
15	1	3.50000
16	1	3.50000
17	1	3.50000
18	1	3.50000
19	1	3.50000
20	1	3.50000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 12 LOADED JOINTS

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
5	4.0000	.0000	.0000
6	4.0000	.0000	.0000
7	4.0000	.0000	.0000
8	4.0000	.0000	.0000
9	3.5000	.0000	.0000
10	3.5000	.0000	.0000
11	3.5000	.0000	.0000
12	3.5000	.0000	.0000
13	2.9000	.0000	.0000
14	2.9000	.0000	.0000
15	2.9000	.0000	.0000
16	2.9000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS

\*\*\* EXAMPLE 15B \*\*\*

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 16  
 NUMBER OF MEMBERS = 20  
 DEGREE OF FREEDOM = 36  
 WIDTH OF THE BAND = 15  
 TERMS IN K-MATRIX = 540  
 NO. OF LOAD CASES = 2

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00



4	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	1	-.23870E-04	-.44615E-04	.22208E-04
6	1	-.23584E-04	-.56221E-04	.69442E-05
7	1	-.22504E-04	-.89638E-04	-.18398E-04
8	1	-.21825E-04	-.12569E-04	-.11668E-04
9	1	-.70038E-04	-.72452E-04	-.97416E-05
10	1	-.64242E-04	-.78058E-04	.17843E-04
11	1	-.58253E-04	-.14297E-03	-.15435E-04
12	1	-.56823E-04	-.18623E-04	-.11516E-04
13	1	-.52712E-04	-.88139E-04	.28863E-03
14	1	-.59157E-04	-.12666E-02	.30315E-04
15	1	-.66890E-04	-.17349E-03	-.14133E-03
16	1	-.69414E-04	-.19643E-04	-.36912E-05

1	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
5	2	.65551E-03	.11652E-04	.57375E-04
6	2	.65151E-03	-.59668E-05	.29701E-04
7	2	.64056E-03	.26105E-04	.38599E-05
8	2	.62766E-03	-.14533E-04	.16447E-03
9	2	.12051E-02	.16012E-04	.61204E-04
10	2	.12026E-02	-.77312E-05	.62381E-05
11	2	.12015E-02	.37650E-04	.20064E-04
12	2	.11981E-02	-.20997E-04	.12444E-03
13	2	.15373E-02	.16653E-04	.47733E-04
14	2	.15375E-02	-.38538E-04	-.13255E-04
15	2	.15348E-02	.41376E-04	.40454E-05
16	2	.15349E-02	-.22993E-04	.94306E-04

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL	APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	1	.73623E+00	.11783E+01	1 AND 5	-.33313E+02
2	1	.43920E+00	.57744E+00	2 AND 6	-.41979E+02
3	1	-.61780E-01	-.42804E+00	3 AND 7	-.66929E+02
4	1	.18923E+01	-.43336E+01	4 AND 8	-.20529E+02
5	1	.17695E+01	.97440E+00	5 AND 9	-.25981E+02
6	1	.15696E+01	.18408E+01	6 AND 10	-.20381E+02
7	1	-.53978E+00	-.46604E+00	7 AND 11	-.49778E+02
8	1	-.26247E+01	-.25236E+01	8 AND 12	-.12360E+02
9	1	.69133E+01	.15823E+02	9 AND 13	-.17570E+02
10	1	-.45417E+01	-.83012E+01	11 AND 15	-.34180E+02
11	1	-.80784E+01	-.18152E+01	12 AND 16	-.24998E+01
12	1	-.29478E+01	.10038E+02	5 AND 6	.33672E+00
13	1	-.12185E+02	.66047E+01	6 AND 7	.10581E+01
14	1	-.56369E+01	.69583E+01	7 AND 8	.88760E+00
15	1	-.78877E+01	.95827E+01	9 AND 10	.68167E+01
16	1	-.11424E+02	.66739E+01	10 AND 11	.58693E+01
17	1	-.16661E+01	.10602E+02	11 AND 12	.18678E+01
18	1	-.15823E+02	-.28276E+02	13 AND 14	-.75789E+01
19	1	.28276E+02	.34305E+02	14 AND 15	-.75789E+01
20	1	-.26004E+02	.18152E+01	15 AND 16	-.32979E+01
1	2	-.73959E+01	-.62537E+01	1 AND 5	.86999E+01
2	2	-.78758E+01	-.72846E+01	2 AND 6	-.44552E+01
3	2	-.82304E+01	-.81535E+01	3 AND 7	.19492E+02
4	2	-.11489E+03	-.27124E+02	4 AND 8	-.23737E+02
5	2	-.67697E+01	-.66744E+01	5 AND 9	.40699E+01
6	2	-.94343E+01	-.10018E+02	6 AND 10	-.16469E+01
7	2	-.10558E+02	-.10155E+02	7 AND 11	.10775E+02
8	2	-.59274E+01	-.32627E+02	8 AND 12	-.13198E+02
9	2	-.45830E+01	-.49853E+01	9 AND 13	.71747E+00

10	2	-.81853E+01	-.86637E+01	11 AND	15	.41737E+01
11	2	.78682E+01	-.16253E+02	12 AND	16	-.48912E+01
12	2	.13023E+02	.10127E+02	5 AND	6	-.47011E+01
13	2	.65920E+01	.43382E+01	6 AND	7	-.10736E+02
14	2	.14373E+02	.33052E+02	7 AND	8	-.16848E+02
15	2	.11257E+02	.55045E+01	9 AND	10	-.29556E+01
16	2	.45136E+01	.57196E+01	10 AND	11	-.10519E+01
17	2	.12620E+02	.24759E+02	11 AND	12	-.44144E+01
18	2	.49853E+01	-.13979E+01	13 AND	14	.28899E+00
19	2	.13979E+01	.29069E+01	14 AND	15	-.26111E+01
20	2	.57568E+01	.16253E+02	15 AND	16	.10499E+00

MEMBER LOAD-SET TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

1	1	-.42546E+00	-.42546E+00	1 AND	5
2	1	-.22592E+00	-.22592E+00	2 AND	6
3	1	.10885E+00	.10885E+00	3 AND	7
4	1	.54250E+00	.54250E+00	4 AND	8
5	1	-.76218E+00	-.76218E+00	5 AND	9
6	1	-.94735E+00	-.94735E+00	6 AND	10
7	1	.27939E+00	.27939E+00	7 AND	11
8	1	.14301E+01	.14301E+01	8 AND	12
9	1	-.75789E+01	-.75789E+01	9 AND	13
10	1	.42810E+01	.42810E+01	11 AND	15
11	1	.32979E+01	.32979E+01	12 AND	16
12	1	.73320E+01	-.10168E+02	5 AND	6
13	1	.11430E+02	-.95699E+01	6 AND	7
14	1	.75814E+01	-.81686E+01	7 AND	8
15	1	.84110E+01	-.90890E+01	9 AND	10
16	1	.11292E+02	-.97084E+01	10 AND	11
17	1	.58893E+01	-.98607E+01	11 AND	12
18	1	.17570E+02	.69839E-01	13 AND	14
19	1	.69838E-01	-.20930E+02	14 AND	15
20	1	.13250E+02	-.24998E+01	15 AND	16

1	2	.30332E+01	.30332E+01	1 AND	5
2	2	.33690E+01	.33690E+01	2 AND	6
3	2	.36409E+01	.36409E+01	3 AND	7
4	2	.31558E+02	.31558E+02	4 AND	8
5	2	.37345E+01	.37345E+01	5 AND	9
6	2	.54035E+01	.54035E+01	6 AND	10
7	2	.57535E+01	.57535E+01	7 AND	11
8	2	.10710E+02	.10710E+02	8 AND	12
9	2	.31894E+01	.31894E+01	9 AND	13
10	2	.56163E+01	.56163E+01	11 AND	15
11	2	.27951E+01	.27951E+01	12 AND	16
12	2	-.46300E+01	-.46300E+01	5 AND	6
13	2	-.18217E+01	-.18217E+01	6 AND	7
14	2	-.10539E+02	-.10539E+02	7 AND	8
15	2	-.33524E+01	-.33524E+01	9 AND	10
16	2	-.17055E+01	-.17055E+01	10 AND	11
17	2	-.83066E+01	-.83066E+01	11 AND	12
18	2	-.71747E+00	-.71747E+00	13 AND	14
19	2	-.71748E+00	-.71748E+00	14 AND	15
20	2	-.48912E+01	-.48912E+01	15 AND	16

JOINT LOAD-SET HORIZONTAL FORCE VERTICAL FORCE APPLIED MOMENT

1	1	.425460E+00	.333128E+02	.736226E+00
2	1	.225921E+00	.419787E+02	.439198E+00
3	1	-.108849E+00	.669293E+02	-.617798E-01
4	1	-.542496E+00	.205291E+02	.189232E+01
5	1	.250340E-05	-.381470E-05	.953674E-06
6	1	.381470E-05	.381470E-05	-.953674E-06

7	1	-.435114E-05	-.114441E-04	.476837E-06
8	1	.280142E-05	.000000E+00	.286102E-05
9	1	-.238419E-04	-.209808E-04	-.190735E-05
10	1	.195503E-04	.858307E-05	.953674E-06
11	1	-.762939E-05	.200272E-04	-.476837E-06
12	1	.298023E-05	.762939E-05	-.286102E-05
13	1	-.176430E-04	.572205E-05	.810623E-05
14	1	.476837E-06	-.190735E-05	-.190735E-05
15	1	-.429153E-05	-.381470E-05	.190735E-05
16	1	-.107288E-04	.953674E-06	.381470E-05
1	2	-.303323E+01	-.869990E+01	-.739587E+01
2	2	-.336898E+01	.445518E+01	-.787584E+01
3	2	-.364087E+01	-.194919E+02	-.823038E+01
4	2	-.315578E+02	.237366E+02	-.114886E+03
5	2	.399990E+01	.190735E-05	.953674E-06
6	2	.399999E+01	.596046E-06	.190735E-05
7	2	.399993E+01	.476837E-05	.000000E+00
8	2	.400001E+01	-.286102E-05	-.305176E-04
9	2	.350056E+01	.548363E-05	.286102E-05
10	2	.349984E+01	-.238419E-06	-.858307E-05
11	2	.349963E+01	-.381470E-05	-.104904E-04
12	2	.350011E+01	.762939E-05	.209808E-04
13	2	.290046E+01	-.298023E-06	.138283E-04
14	2	.290006E+01	-.655651E-06	-.131130E-05
15	2	.290027E+01	-.190735E-05	-.143051E-05
16	2	.290010E+01	.333786E-05	-.953674E-05

\*\*\* EXAMPLE 15B \*\*\*

THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE 1 \* 1.000

LOAD CASE 2 \* 1.000

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
2	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
3	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
4	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
5	.63164E-03	-.32964E-04	.79583E-04
6	.62793E-03	-.62188E-04	.36645E-04
7	.61805E-03	-.63532E-04	-.14538E-04
8	.60584E-03	-.27101E-04	.15281E-03
9	.11351E-02	-.56440E-04	.51462E-04
10	.11383E-02	-.85789E-04	.24081E-04
11	.11433E-02	-.10532E-03	.46295E-05
12	.11413E-02	-.39620E-04	.11293E-03
13	.14846E-02	-.71487E-04	.33636E-03
14	.14784E-02	-.13052E-02	.17060E-04
15	.14680E-02	-.13211E-03	-.13728E-03
16	.14655E-02	-.42636E-04	.90615E-04

MEMBER	TERMINAL	APPLIED	MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	-.66596E+01	-.50753E+01	1 AND 5	5	-.24613E+02
2	-.74366E+01	-.67071E+01	2 AND 6	6	-.46434E+02
3	-.82922E+01	-.85816E+01	3 AND 7	7	-.47437E+02
4	-.11299E+03	-.31458E+02	4 AND 8	8	-.44266E+02
5	-.50002E+01	-.57000E+01	5 AND 9	9	-.21911E+02
6	-.78647E+01	-.81773E+01	6 AND 10	10	-.22027E+02
7	-.11098E+02	-.10621E+02	7 AND 11	11	-.39003E+02
8	-.85521E+01	-.35151E+02	8 AND 12	12	-.25558E+02
9	.23303E+01	.10838E+02	9 AND 13	13	-.16852E+02

10	-.12727E+02	-.16965E+02	11 AND	15	-.30007E+02
11	-.21019E+00	-.18069E+02	12 AND	16	-.73909E+01
12	.10076E+02	.20165E+02	5 AND	6	-.43644E+01
13	-.55930E+01	.10943E+02	6 AND	7	-.96775E+01
14	.87364E+01	.40010E+02	7 AND	8	-.15961E+02
15	.33697E+01	.15087E+02	9 AND	10	.38612E+01
16	-.69099E+01	.12393E+02	10 AND	11	.48174E+01
17	.10954E+02	.35361E+02	11 AND	12	-.25466E+01
18	-.10838E+02	-.29674E+02	13 AND	14	-.72899E+01
19	.29674E+02	.37212E+02	14 AND	15	-.10190E+02
20	-.20247E+02	.18069E+02	15 AND	16	-.31929E+01

-----

MEMBER	TERMINAL	APPLIED SHEARS	FROM JOINTS
--------	----------	----------------	-------------

1	-.72591E+01	-.72591E+01	1 AND 5
2	.12372E+02	.12372E+02	2 AND 6
3	-.11223E+02	-.11223E+02	3 AND 7
4	.32042E+02	.32042E+02	4 AND 8
5	.29723E+01	.29723E+01	5 AND 9
6	.44561E+01	.44561E+01	6 AND 10
7	.60329E+01	.60329E+01	7 AND 11
8	.12140E+02	.12140E+02	8 AND 12
9	-.43894E+01	-.43894E+01	9 AND 13
10	.98973E+01	.98973E+01	11 AND 15
11	.60930E+01	.60930E+01	12 AND 16
12	.27019E+01	-.14798E+02	5 AND 6
13	.96084E+01	-.11392E+02	6 AND 7
14	-.29575E+01	-.18708E+02	7 AND 8
15	.50586E+01	-.12441E+02	9 AND 10
16	.95861E+01	-.11414E+02	10 AND 11
17	-.24173E+01	-.18167E+02	11 AND 12
18	.16852E+02	-.64763E+00	13 AND 14
19	-.64764E+00	-.21648E+02	14 AND 15
20	.83591E+01	-.73909E+01	15 AND 16

-----

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX15B.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX15B  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
when it points to the upper line of the member \*\*\*

-----



-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM  
 ACADEMIC YEAR 1995-1996  
 -----

PLANE FRAME ELASTIC ANALYSIS  
 -----

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 (THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX15C  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 15C \*\*\*  
 -----

JOINT AND MEMBER DATA ( 15 JOINTS 19 MEMBERS)  
 -----

JOINT	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	0	0	0
2	11.000	.000	0	0	0
3	15.500	.000	0	0	0
4	.000	4.500	1	1	1
5	5.000	4.500	1	1	1
6	11.000	4.500	1	1	1
7	15.500	4.500	1	1	1
8	.000	8.100	1	1	1
9	5.000	8.100	1	1	1
10	11.000	8.100	1	1	1
11	15.500	8.100	1	1	1
12	.000	11.100	1	1	1
13	5.000	11.100	1	1	1
14	11.000	11.100	1	1	1
15	15.500	11.100	1	1	1

MEMBER	CONNECTION		INERTIA	AREA	LENGTH
1	1	TO 4	.21330E-02	.16000E+00	.45000E+01
2	2	TO 6	.21330E-02	.16000E+00	.45000E+01
3	3	TO 7	.21330E-02	.16000E+00	.45000E+01
4	4	TO 8	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
5	5	TO 9	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
6	6	TO 10	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
7	7	TO 11	.21330E-02	.16000E+00	.36000E+01
8	8	TO 12	.21330E-02	.16000E+00	.30000E+01
9	10	TO 14	.21330E-02	.16000E+00	.30000E+01
10	11	TO 15	.21330E-02	.16000E+00	.30000E+01
11	4	TO 5	.12460E-01	.28000E+00	.50000E+01
12	5	TO 6	.12460E-01	.28000E+00	.60000E+01
13	6	TO 7	.12460E-01	.28000E+00	.45000E+01
14	8	TO 9	.12460E-01	.28000E+00	.50000E+01
15	9	TO 10	.12460E-01	.28000E+00	.60000E+01
16	10	TO 11	.12460E-01	.28000E+00	.45000E+01
17	12	TO 13	.12460E-01	.28000E+00	.50000E+01
18	13	TO 14	.12460E-01	.28000E+00	.60000E+01
19	14	TO 15	.12460E-01	.28000E+00	.45000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10	.2100E+08	.8400E+07	.8330E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
11	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

12	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
13	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
14	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
15	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
16	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
17	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
18	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
19	.2100E+08	.8400E+07	.6250E+00	.0000E+00	.0000E+00	.0000E

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

THERE ARE 2 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED JOINTS  
 IN LOAD-SET 1 THERE ARE 9 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
11	1	3.50000
12	1	3.50000
13	1	3.50000
14	1	3.50000
15	1	3.50000
16	1	3.50000
17	1	3.50000
18	1	3.50000
19	1	3.50000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 12 LOADED JOINTS

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
4	4.0000	.0000	.0000
5	4.0000	.0000	.0000
6	4.0000	.0000	.0000
7	4.0000	.0000	.0000
8	3.5000	.0000	.0000
9	3.5000	.0000	.0000
10	3.5000	.0000	.0000
11	3.5000	.0000	.0000
12	2.9000	.0000	.0000
13	2.9000	.0000	.0000
14	2.9000	.0000	.0000
15	2.9000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS

\*\*\* EXAMPLE 15C \*\*\*

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 15  
 NUMBER OF MEMBERS = 19  
 DEGREE OF FREEDOM = 36  
 WIDTH OF THE BAND = 15  
 TERMS IN K-MATRIX = 540  
 NO. OF LOAD CASES = 2

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	1	.81272E-04	-.72269E-04	.21574E-03
5	1	.84800E-04	-.10642E-02	.28092E-04
6	1	.89066E-04	-.12681E-03	-.10113E-03

7	1	.89802E-04	-.18893E-04	.10081E-05
8	1	.19595E-03	-.11123E-03	.17194E-03
9	1	.19922E-03	-.10636E-02	.37034E-04
10	1	.20312E-03	-.19408E-03	-.87732E-04
11	1	.20382E-03	-.29490E-04	-.10968E-04
12	1	.31585E-03	-.12700E-03	.27223E-03
13	1	.30707E-03	-.12720E-02	.31736E-04
14	1	.29654E-03	-.22335E-03	-.13018E-03
15	1	.29471E-03	-.32889E-04	-.12480E-04
-----				
1	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	2	.27481E-02	.14288E-04	.22496E-03
5	2	.27530E-02	-.19238E-03	-.14959E-04
6	2	.27452E-02	.15095E-04	.69547E-04
7	2	.27417E-02	-.29382E-04	.15670E-03
8	2	.36208E-02	.17824E-04	.10219E-03
9	2	.36182E-02	-.18994E-03	.24000E-04
10	2	.36212E-02	.17114E-04	.22739E-04
11	2	.36226E-02	-.37374E-04	.76058E-04
12	2	.39786E-02	.18546E-04	.41762E-04
13	2	.39784E-02	-.16636E-04	-.13714E-04
14	2	.39752E-02	.18381E-04	.21681E-04
15	2	.39748E-02	-.39363E-04	.35752E-04

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL	APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	1	.30921E+01	.73870E+01	1 AND 4	-.53961E+02
2	1	-.30981E+01	-.51115E+01	2 AND 6	-.94682E+02
3	1	-.11449E+01	-.11248E+01	3 AND 7	-.14107E+02
4	1	.12206E+02	.11116E+02	4 AND 8	-.36362E+02
5	1	-.55183E-01	.16735E+00	5 AND 9	.54511E+00
6	1	-.92454E+01	-.89119E+01	6 AND 10	-.62793E+02
7	1	-.24894E+01	-.27874E+01	7 AND 11	-.98902E+01
8	1	.13991E+02	.16986E+02	8 AND 12	-.17662E+02
9	1	-.11281E+02	-.12549E+02	10 AND 14	-.32781E+02
10	1	-.35514E+01	-.35965E+01	11 AND 15	-.38068E+01
11	1	-.19593E+02	-.24649E+02	4 AND 5	.41496E+01
12	1	.24705E+02	.34434E+02	5 AND 6	.41807E+01
13	1	-.20077E+02	.36142E+01	6 AND 7	.96141E+00
14	1	-.25107E+02	-.24643E+02	8 AND 9	.38477E+01
15	1	.24476E+02	.34594E+02	9 AND 10	.38165E+01
16	1	-.14401E+02	.63388E+01	10 AND 11	.91684E+00
17	1	-.16986E+02	-.27575E+02	12 AND 13	-.10326E+02
18	1	.27575E+02	.34452E+02	13 AND 14	-.10326E+02
19	1	-.21904E+02	.35965E+01	14 AND 15	-.23826E+01
-----					
1	2	-.31305E+02	-.26827E+02	1 AND 4	.10668E+02
2	2	-.34254E+02	-.32870E+02	2 AND 6	.11271E+02
3	2	-.32533E+02	-.29414E+02	3 AND 7	-.21939E+02
4	2	-.41471E+01	-.72024E+01	4 AND 8	.33009E+01
5	2	-.17460E+02	-.16490E+02	5 AND 9	.22730E+01
6	2	-.13612E+02	-.14777E+02	6 AND 10	.18845E+01
7	2	-.82345E+01	-.10241E+02	7 AND 11	-.74584E+01
8	2	-.31200E+01	-.49244E+01	8 AND 12	.80850E+00
9	2	-.81323E+01	-.81639E+01	10 AND 14	.14195E+01
10	2	-.46276E+01	-.58312E+01	11 AND 15	-.22280E+01
11	2	.30974E+02	.58625E+01	4 AND 5	.57659E+01
12	2	.11597E+02	.18968E+02	5 AND 6	-.76651E+01
13	2	.27514E+02	.37648E+02	6 AND 7	-.46342E+01
14	2	.10323E+02	.21393E+01	8 AND 9	-.30294E+01
15	2	.14351E+02	.14241E+02	9 AND 10	.29021E+01



16	2	.86681E+01	.14869E+02	10 AND	11	.18548E+01
17	2	.49244E+01	-.88191E+00	12 AND	13	-.21856E+00
18	2	.88191E+00	.39691E+01	13 AND	14	-.31191E+01
19	2	.41949E+01	.58312E+01	14 AND	15	-.58617E+00

MEMBER LOAD-SET TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

1	1	-.23287E+01	-.23287E+01	1 AND	4
2	1	.18244E+01	.18244E+01	2 AND	6
3	1	.50437E+00	.50437E+00	3 AND	7
4	1	-.64783E+01	-.64783E+01	4 AND	8
5	1	-.31158E-01	-.31158E-01	5 AND	9
6	1	.50437E+01	.50437E+01	6 AND	10
7	1	.14658E+01	.14658E+01	7 AND	11
8	1	-.10326E+02	-.10326E+02	8 AND	12
9	1	.79433E+01	.79433E+01	10 AND	14
10	1	.23826E+01	.23826E+01	11 AND	15
11	1	.17598E+02	.98467E-01	4 AND	5
12	1	.64362E+00	-.20356E+02	5 AND	6
13	1	.11533E+02	-.42167E+01	6 AND	7
14	1	.18700E+02	.12001E+01	8 AND	9
15	1	.65499E+00	-.20345E+02	9 AND	10
16	1	.96666E+01	-.60834E+01	10 AND	11
17	1	.17662E+02	.16220E+00	12 AND	13
18	1	.16219E+00	-.20838E+02	13 AND	14
19	1	.11943E+02	-.38068E+01	14 AND	15

1	2	.12918E+02	.12918E+02	1 AND	4
2	2	.14916E+02	.14916E+02	2 AND	6
3	2	.13766E+02	.13766E+02	3 AND	7
4	2	.31526E+01	.31526E+01	4 AND	8
5	2	.94307E+01	.94307E+01	5 AND	9
6	2	.78858E+01	.78858E+01	6 AND	10
7	2	.51321E+01	.51321E+01	7 AND	11
8	2	.26815E+01	.26815E+01	8 AND	12
9	2	.54321E+01	.54321E+01	10 AND	14
10	2	.34863E+01	.34863E+01	11 AND	15
11	2	-.73673E+01	-.73673E+01	4 AND	5
12	2	-.50943E+01	-.50943E+01	5 AND	6
13	2	-.14480E+02	-.14480E+02	6 AND	7
14	2	-.24924E+01	-.24924E+01	8 AND	9
15	2	-.47654E+01	-.47654E+01	9 AND	10
16	2	-.52304E+01	-.52304E+01	10 AND	11
17	2	-.80850E+00	-.80850E+00	12 AND	13
18	2	-.80850E+00	-.80850E+00	13 AND	14
19	2	-.22280E+01	-.22280E+01	14 AND	15

JOINT LOAD-SET HORIZONTAL FORCE VERTICAL FORCE APPLIED MOMENT

1	1	.232868E+01	.539608E+02	.309207E+01
2	1	-.182436E+01	.946823E+02	-.309813E+01
3	1	-.504373E+00	.141069E+02	-.114487E+01
4	1	-.123978E-04	.190735E-05	.524521E-05
5	1	.109673E-04	.419617E-04	.000000E+00
6	1	-.123978E-04	.381470E-05	.000000E+00
7	1	-.494719E-05	-.286102E-05	.000000E+00
8	1	.500679E-05	-.286102E-05	-.429153E-05
9	1	.162125E-04	-.352859E-04	.572205E-05
10	1	.585914E-04	.166893E-04	.219345E-04
11	1	.655651E-06	.238419E-05	.190735E-05
12	1	.381470E-04	.762939E-05	-.138283E-04
13	1	-.953674E-06	-.104904E-04	-.572205E-05
14	1	-.381470E-04	.219345E-04	.762939E-05
15	1	-.739098E-05	.286102E-05	-.190735E-05

1	2	-.129183E+02	-.106681E+02	-.313054E+02
2	2	-.149164E+02	-.112707E+02	-.342541E+02
3	2	-.137661E+02	.219389E+02	-.325334E+02
4	2	.399976E+01	.953674E-06	.381470E-05
5	2	.400032E+01	-.190735E-05	.381470E-05
6	2	.399953E+01	.000000E+00	.000000E+00
7	2	.399982E+01	-.190735E-05	.000000E+00
8	2	.350056E+01	-.715256E-06	.228882E-04
9	2	.349914E+01	.429153E-05	.209808E-04
10	2	.350107E+01	-.429153E-05	-.104904E-04
11	2	.350065E+01	.333786E-05	.181198E-04
12	2	.290004E+01	-.172853E-05	-.619888E-05
13	2	.290050E+01	-.107288E-05	-.160933E-05
14	2	.289920E+01	-.214577E-05	.166893E-04
15	2	.290012E+01	.190735E-05	.953674E-06

\*\*\* EXAMPLE 15C \*\*\*

THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE 1 \* 1.000

LOAD CASE 2 \* 1.000

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
2	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
3	.000000E+00	.000000E+00	.000000E+00
4	.28294E-02	-.57981E-04	.44070E-03
5	.28378E-02	-.12566E-02	.13132E-04
6	.28343E-02	-.11171E-03	-.31586E-04
7	.28315E-02	-.48276E-04	.15770E-03
8	.38167E-02	-.93404E-04	.27412E-03
9	.38174E-02	-.12536E-02	.61034E-04
10	.38243E-02	-.17697E-03	-.64993E-04
11	.38264E-02	-.66863E-04	.65091E-04
12	.42944E-02	-.10845E-03	.31400E-03
13	.42855E-02	-.12887E-02	.18022E-04
14	.42717E-02	-.20497E-03	-.10850E-03
15	.42695E-02	-.72252E-04	.23272E-04

MEMBER	TERMINAL APPLIED	MOMENTS FROM JOINTS	TENSION FORCE	
1	-.28213E+02	-.19440E+02	1 AND 4	-.43293E+02
2	-.37352E+02	-.37981E+02	2 AND 6	-.83412E+02
3	-.33678E+02	-.30539E+02	3 AND 7	-.36046E+02
4	.80588E+01	.39134E+01	4 AND 8	-.33061E+02
5	-.17515E+02	-.16323E+02	5 AND 9	.28181E+01
6	-.22858E+02	-.23689E+02	6 AND 10	-.60908E+02
7	-.10724E+02	-.13029E+02	7 AND 11	-.17349E+02
8	.10871E+02	.12062E+02	8 AND 12	-.16854E+02
9	-.19414E+02	-.20713E+02	10 AND 14	-.31361E+02
10	-.81790E+01	-.94278E+01	11 AND 15	-.60348E+01
11	.11381E+02	-.18787E+02	4 AND 5	.99154E+01
12	.36302E+02	.53402E+02	5 AND 6	-.34844E+01
13	.74368E+01	.41263E+02	6 AND 7	-.36727E+01
14	-.14785E+02	-.22504E+02	8 AND 9	.81829E+00
15	.38827E+02	.48835E+02	9 AND 10	.67187E+01
16	-.57328E+01	.21208E+02	10 AND 11	.27717E+01
17	-.12062E+02	-.28456E+02	12 AND 13	-.10545E+02
18	.28456E+02	.38421E+02	13 AND 14	-.13445E+02
19	-.17709E+02	.94278E+01	14 AND 15	-.29688E+01

MEMBER TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

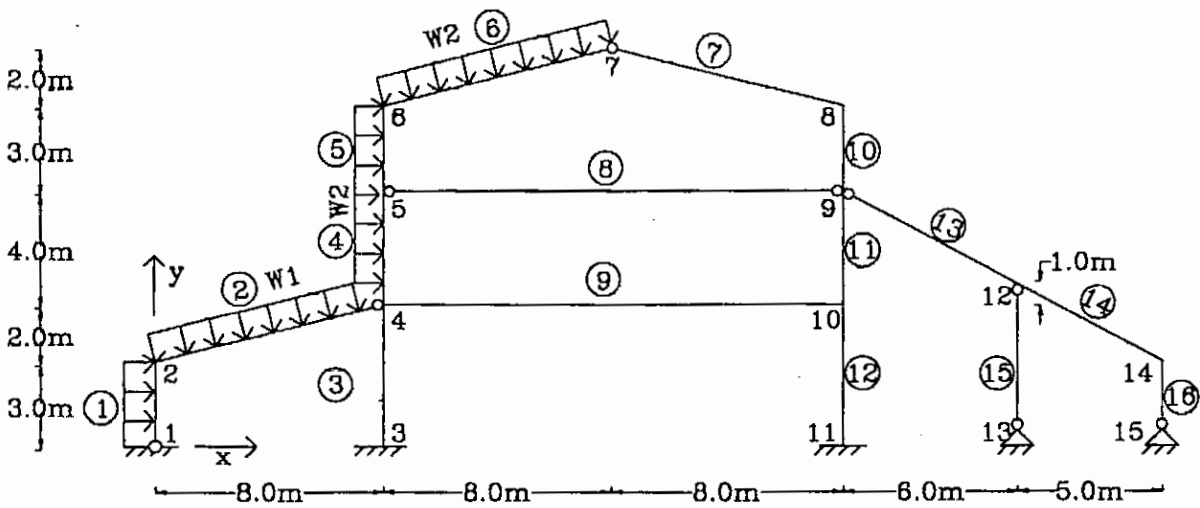
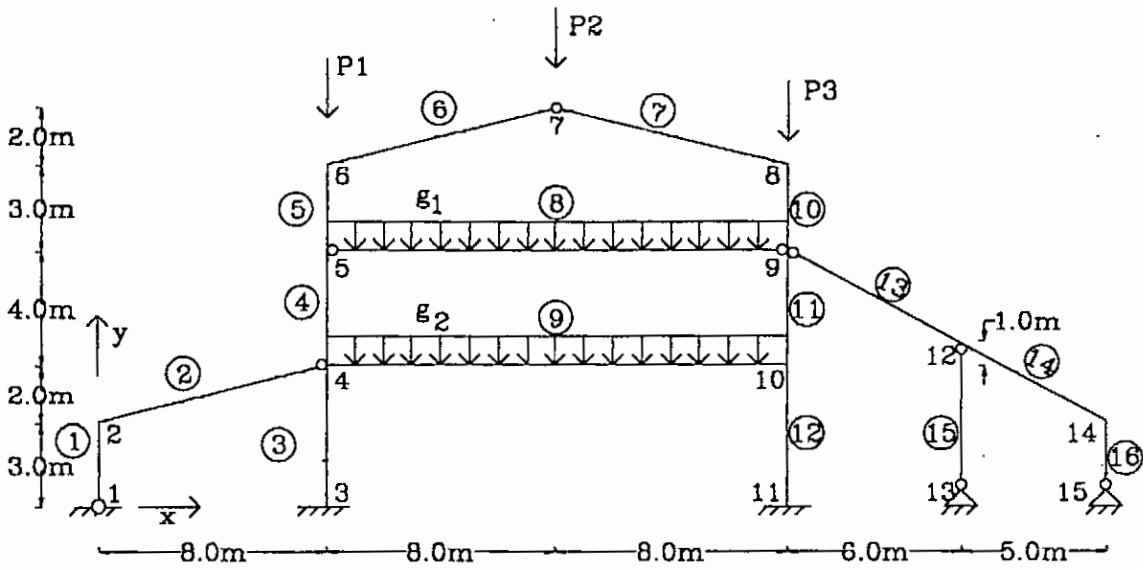
1	.94794E+01	.94794E+01	1 AND	4
2	.23920E+02	.23920E+02	2 AND	6
3	-.10957E+01	-.10957E+01	3 AND	7
4	.54529E+01	.54529E+01	4 AND	8
5	.93995E+01	.93995E+01	5 AND	9
6	.12930E+02	.12930E+02	6 AND	10
7	.65979E+01	.65979E+01	7 AND	11
8	-.76445E+01	-.76445E+01	8 AND	12
9	.13375E+02	.13375E+02	10 AND	14
10	.58689E+01	.58689E+01	11 AND	15
11	.10231E+02	-.72688E+01	4 AND	5
12	-.44506E+01	-.25451E+02	5 AND	6
13	-.29471E+01	-.18697E+02	6 AND	7
14	.16208E+02	-.12922E+01	8 AND	9
15	-.41104E+01	-.25110E+02	9 AND	10
16	.44362E+01	-.11314E+02	10 AND	11
17	.16854E+02	-.64630E+00	12 AND	13
18	-.64631E+00	-.21646E+02	13 AND	14
19	.97152E+01	-.60348E+01	14 AND	15

-----  
 -----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX15C.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX15C  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
 JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
 when it points to the upper line of the member \*\*\*  
 -----

Παράδειγμα 16ο



Στο σχήμα φαίνεται ένα επίπεδο πλαίσιο με την φόρτιση, τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηρίξεώς του. Για το πλαίσιο αυτό ισχύουν:

Εμβαδόν διατομής  $A = 0,008 \text{ m}^2$ , ροπή αδρανείας  $I = 0,0001 \text{ m}^4$  για τα μέλη 1, 2, 6, 7, 13, 14, 15, 16.

Εμβαδόν διατομής  $A = 0,02 \text{ m}^2$ , ροπή αδρανείας  $I = 0,0006 \text{ m}^4$  για τα μέλη 3, 4, 5, 10, 11, 12.

Εμβαδόν διατομής  $A = 0,015 \text{ m}^2$ , ροπή αδρανείας  $I = 0,0009 \text{ m}^4$  για τα μέλη 8, 9.

Το υλικό για όλα τα μέλη του πλαισίου είναι ο χάλυβας με μέτρο ελαστικότητας  $E = 2,1 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$  και μέτρο διάτμησης  $G = 0,84 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$ .

Δεν λαμβάνουμε υπόψη παραμορφώσεις από διατμητικές δυνάμεις

( $\beta = 0,1 \cdot 10^{22}$ )

Το πλαίσιο θα επιλυθεί για τις ακόλουθες περιπτώσεις φόρτισης:

- α) Συγκεντρωμένο κατακόρυφο φορτίο στους κόμβους 6, 7, 8 με  $P_1 = 80 \text{ KN}$ ,  $P_2 = 45 \text{ KN}$ ,  $P_3 = 60 \text{ KN}$  αντίστοιχα και ομοιόμορφο φορτίο στα μέλη 8 και 9 με  $g_1 = 15 \text{ KN/m}$  και  $g_2 = 30 \text{ KN/m}$  αντίστοιχα.
- β) Ομοιόμορφο φορτίο (ανεμοφόρτιση) στα μέλη 1, 2 με  $W_1 = 2 \text{ KN/m}$  και στα μέλη 4, 5, 6 με  $W_2 = 3,2 \text{ KN/m}$ .
- γ) Συνδυασμός των α και β

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX16 και EX16.OUT



-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM  
 ACADEMIC YEAR 1995-1996  
 -----

-----  
 PLANE FRAME ELASTIC ANALYSIS  
 -----

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 ALL DATA WILL BE READ FROM FILE- EX16  
 -----

-----  
 \*\* EXAMPLE 16 \*\*\*  
 -----

PRINT AND MEMBER DATA ( 15 JOINTS 16 MEMBERS)

JOINT	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	.000	.000	0	0	1
2	.000	3.000	1	1	1
3	8.000	.000	0	0	0
4	8.000	5.000	1	1	1
5	8.000	9.000	1	1	1
6	8.000	12.000	1	1	1
7	16.000	14.000	1	1	1
8	24.000	12.000	1	1	1
9	24.000	9.000	1	1	1
10	24.000	5.000	1	1	1
11	24.000	.000	0	0	0
12	30.000	6.000	1	1	1
13	30.000	1.500	0	0	1
14	36.000	3.000	1	1	1
15	36.000	1.500	0	0	1

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	AREA	LENGTH
1	1 TO 2	.10000E-03	.80000E-02	.30000E+01
2	2 TO -4	.10000E-03	.80000E-02	.82462E+01
3	3 TO 4	.60000E-03	.20000E-01	.50000E+01
4	4 TO 5	.60000E-03	.20000E-01	.40000E+01
5	5 TO 6	.60000E-03	.20000E-01	.30000E+01
6	6 TO -7	.10000E-03	.80000E-02	.82462E+01
7	7 TO 8	.10000E-03	.80000E-02	.82462E+01
8	-5 TO -9	.90000E-03	.15000E-01	.16000E+02
9	4 TO 10	.90000E-03	.15000E-01	.16000E+02
10	8 TO 9	.60000E-03	.20000E-01	.30000E+01
11	9 TO 10	.60000E-03	.20000E-01	.40000E+01
12	10 TO 11	.60000E-03	.20000E-01	.50000E+01
13	-9 TO 12	.10000E-03	.80000E-02	.67082E+01
14	12 TO 14	.10000E-03	.80000E-02	.67082E+01
15	-12 TO 13	.10000E-03	.80000E-02	.45000E+01
16	14 TO 15	.10000E-03	.80000E-02	.15000E+01

MEMBER	MODULUS-E	MODULUS-G	SHEAR-FACTR	INITL-EXTN.	PHI.H.(AB)	PHI.H.(BA)
1	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
2	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
3	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
4	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
5	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
6	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
7	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
8	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
9	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
10	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
11	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
12	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
13	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00
14	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E+00

15	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E
16	.2100E+09	.8400E+08	.1000E+22	.0000E+00	.0000E+00	.0000E

TEMPERATURE RISE = .00 COEFFICIENT OF EXPANSION= .1200E-04

-----  
 THERE ARE 2 LOAD CASES  
 -----

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 3 LOADED JOINTS

JOINT	HORIZONTAL FORCE	VERTICAL FORCE	APPLIED MOMENT
6	.0000	-80.0000	.0000
7	.0000	-45.0000	.0000
8	.0000	-60.0000	.0000

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
8	1	15.00000
9	1	30.00000

-----  
 IN LOAD-SET 2 THERE ARE 0 LOADED JOINTS  
 IN LOAD-SET 2 THERE ARE 5 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
1	2	2.00000
2	2	2.00000
4	2	3.20000
5	2	3.20000
6	2	3.20000

-----  
 \*\*\* EXAMPLE 16 \*\*\*  
 -----

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 15  
 NUMBER OF MEMBERS = 16  
 DEGREE OF FREEDOM = 33  
 WIDTH OF THE BAND = 21  
 TERMS IN K-MATRIX = 693  
 NO. OF LOAD CASES = 2

TEMPERATURE AND INITIAL STRAIN EFFECTS  
 ARE INCLUDED IN THE FIRST LOAD-SET ONLY

JOINT	LOAD-SET	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	-.29197E-04
2	1	-.52999E-04	-.18017E-06	.53959E-05
3	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	1	.83714E-04	-.55070E-03	.31609E-02
5	1	-.25478E-03	-.76262E-03	-.26066E-02
6	1	-.10024E-01	-.83586E-03	-.32077E-02
7	1	-.29634E-03	-.41011E-01	-.91039E-02
8	1	.94463E-02	-.77748E-03	.31481E-02
9	1	-.13029E-03	-.71857E-03	.25375E-02
10	1	-.22381E-03	-.52610E-03	-.32001E-02
11	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
12	1	.22564E-03	.17023E-06	-.86362E-04
13	1	.00000E+00	.00000E+00	.50142E-04
14	1	.22178E-03	-.40219E-06	.12393E-03
15	1	.00000E+00	.00000E+00	.15981E-03
1	2	.00000E+00	.00000E+00	.60415E-03
2	2	.21387E-02	-.19891E-04	.10375E-02
3	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	2	.20963E-02	-.23238E-04	.56324E-03
5	2	.54237E-02	-.41493E-04	.94843E-03



6	2	.84909E-02	-.55184E-04	.11747E-02
7	2	.93461E-02	-.37937E-02	-.15110E-02
8	2	.10198E-01	-.52094E-05	.16096E-02
9	2	.54367E-02	-.61493E-06	.13529E-02
10	2	.20186E-02	-.27275E-05	.45217E-03
11	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
12	2	.53508E-02	.19800E-04	-.78075E-03
13	2	.00000E+00	.00000E+00	.11891E-02
14	2	.52228E-02	-.14324E-04	.27764E-02
15	2	.00000E+00	.00000E+00	.38346E-02

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED MOMENTS      FROM JOINTS      TENSION FORCE

1	1	-.22017E-07	.48430E+00	1 AND 2	-.10090E+00
2	1	-.48430E+00	.00000E+00	2 AND 4	-.18108E+00
3	1	.15678E+03	.31609E+03	3 AND 4	-.46258E+03
4	1	.25005E+03	-.11330E+03	4 AND 5	-.22253E+03
5	1	.11330E+03	.62802E+02	5 AND 6	-.10252E+03
6	1	-.62802E+02	.00000E+00	6 AND 7	-.62410E+02
7	1	.10194E-04	.62402E+02	7 AND 8	-.62397E+02
8	1	.00000E+00	.00000E+00	5 AND 9	.24509E+02
9	1	-.56614E+03	.56358E+03	4 AND 10	-.60545E+02
10	1	-.62402E+02	-.11369E+03	8 AND 9	-.82475E+02
11	1	.11369E+03	-.24777E+03	9 AND 10	-.20209E+03
12	1	-.31580E+03	-.15452E+03	10 AND 11	-.44193E+03
13	1	.00000E+00	.31178E+00	9 AND 12	-.77217E+00
14	1	-.31178E+00	.10048E+01	12 AND 14	-.80061E+00
15	1	.00000E+00	.61409E-07	12 AND 13	.63553E-01
16	1	-.10048E+01	.94157E-06	14 AND 15	-.45045E+00

1	2	-.47684E-06	.90671E+01	1 AND 2	-.11139E+02
2	2	-.90671E+01	.00000E+00	2 AND 4	-.85442E+01
3	2	-.35004E+02	-.66168E+01	3 AND 4	-.19520E+02
4	2	-.30769E+02	.20310E+01	4 AND 5	-.19168E+02
5	2	-.20310E+01	.21778E+02	5 AND 6	-.19168E+02
6	2	-.21778E+02	.00000E+00	6 AND 7	-.15691E+02
7	2	.44268E-05	.15894E+02	7 AND 8	-.18811E+02
8	2	.00000E+00	.00000E+00	5 AND 9	.25666E+01
9	2	.37386E+02	.34762E+02	4 AND 10	-.15283E+02
10	2	-.15894E+02	-.37452E+02	8 AND 9	-.64322E+01
11	2	.37452E+02	-.19297E+02	9 AND 10	.22182E+01
12	2	-.15465E+02	-.38254E+02	10 AND 11	-.22911E+01
13	2	.00000E+00	-.73606E+01	9 AND 12	-.21538E+02
14	2	.73606E+01	.29632E+02	12 AND 14	-.24843E+02
15	2	.00000E+00	-.16764E-06	12 AND 13	.73921E+01
16	2	-.29632E+02	-.16645E-04	14 AND 15	-.16043E+02

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED SHEARS      FROM JOINTS

1	1	-.16143E+00	-.16143E+00	1 AND 2
2	1	.58730E-01	.58730E-01	2 AND 4
3	1	-.94573E+02	-.94573E+02	3 AND 4
4	1	-.34190E+02	-.34190E+02	4 AND 5
5	1	-.58699E+02	-.58699E+02	5 AND 6
6	1	.76158E+01	.76158E+01	6 AND 7
7	1	-.75674E+01	-.75674E+01	7 AND 8
8	1	.12000E+03	-.12000E+03	5 AND 9
9	1	.24016E+03	-.23984E+03	4 AND 10
10	1	.58699E+02	.58699E+02	8 AND 9
11	1	.33520E+02	.33520E+02	9 AND 10
12	1	.94065E+02	.94065E+02	10 AND 11
13	1	-.46478E-01	-.46478E-01	9 AND 12
14	1	-.10331E+00	-.10331E+00	12 AND 14

15	1	-.13646E-07	-.13646E-07	12 AND	13
16	1	.66989E+00	.66989E+00	14 AND	15
1	2	-.22353E-01	-.60224E+01	1 AND	2
2	2	.93458E+01	-.71467E+01	2 AND	4
3	2	.83241E+01	.83241E+01	3 AND	4
4	2	.13585E+02	.78462E+00	4 AND	5
5	2	-.17822E+01	-.11382E+02	5 AND	6
6	2	.15835E+02	-.10553E+02	6 AND	7
7	2	-.19274E+01	-.19274E+01	7 AND	8
8	2	.00000E+00	.00000E+00	5 AND	9
9	2	-.45093E+01	-.45093E+01	4 AND	10
10	2	.17782E+02	.17782E+02	8 AND	9
11	2	-.45389E+01	-.45389E+01	9 AND	10
12	2	.10744E+02	.10744E+02	10 AND	11
13	2	.10973E+01	.10973E+01	9 AND	12
14	2	-.55145E+01	-.55145E+01	12 AND	14
15	2	.37253E-07	.37253E-07	12 AND	13
16	2	.19754E+02	.19754E+02	14 AND	15

JOINT      LOAD-SET      HORIZONTAL FORCE      VERTICAL FORCE      APPLIED MOMENT

1	1	.161435E+00	.100896E+00	-.220170E-07
2	1	-.196695E-05	.968575E-07	.596046E-07
3	1	.945730E+02	.462584E+03	.156778E+03
4	1	.762939E-05	.457764E-04	-.610352E-04
5	1	-.190735E-04	-.457764E-04	.610352E-04
6	1	.270844E-03	-.799999E+02	-.534058E-04
7	1	-.167847E-03	-.450001E+02	.101936E-04
8	1	.190735E-04	-.599999E+02	-.171661E-03
9	1	-.706315E-04	-.543892E-04	-.991821E-04
10	1	.000000E+00	-.610352E-04	-.152588E-03
11	1	-.940646E+02	.441928E+03	-.154518E+03
12	1	.194771E-04	-.663102E-06	.894070E-07
13	1	.136465E-07	-.635531E-01	.614091E-07
14	1	.375509E-05	-.774860E-06	.238419E-06
15	1	-.669886E+00	.450450E+00	.941567E-06

1	2	.223532E-01	.111390E+02	-.476837E-06
2	2	.143051E-04	.953674E-06	.000000E+00
3	2	-.832413E+01	.195195E+02	-.350039E+02
4	2	.219345E-04	.476837E-05	-.381470E-05
5	2	.252485E-03	.190735E-05	-.307560E-04
6	2	-.252724E-04	-.190735E-05	-.114441E-04
7	2	-.724792E-04	-.181198E-04	.442680E-05
8	2	-.457764E-04	.195503E-04	-.495911E-04
9	2	.141144E-03	-.772476E-04	-.152588E-04
10	2	-.305176E-04	-.691414E-05	-.381470E-04
11	2	-.107439E+02	.229109E+01	-.382544E+02
12	2	-.217400E-03	.963211E-04	.190735E-05
13	2	-.372529E-07	-.739214E+01	-.167638E-06
14	2	.179291E-03	-.400543E-04	-.305176E-04
15	2	-.197545E+02	.160426E+02	-.166446E-04

\*\*\* EXAMPLE 16 \*\*\*

THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE 1 \* 1.000  
LOAD CASE 2 \* 1.000

JOINT	X-MOVEMENT	Y-MOVEMENT	ROTATION
1	.00000E+00	.00000E+00	.57495E-03
2	.20857E-02	-.20071E-04	.10429E-02

3	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	.21800E-02	-.57393E-03	.37241E-02
5	.51689E-02	-.80412E-03	-.16581E-02
6	-.15334E-02	-.89104E-03	-.20329E-02
7	.90498E-02	-.44805E-01	-.10615E-01
8	.19644E-01	-.78269E-03	.47577E-02
9	.53065E-02	-.71918E-03	.38904E-02
10	.17948E-02	-.52883E-03	-.27480E-02
11	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
12	.55764E-02	.19971E-04	-.86711E-03
13	.00000E+00	.00000E+00	.12392E-02
14	.54446E-02	-.14726E-04	.29003E-02
15	.00000E+00	.00000E+00	.39945E-02

MEMBER	TERMINAL APPLIED	MOMENTS	FROM JOINTS	TENSION FORCE
1	-.49885E-06	.95514E+01	1 AND 2	-.11240E+02
2	-.95514E+01	.00000E+00	2 AND 4	-.87252E+01
3	.12177E+03	.30947E+03	3 AND 4	-.48210E+03
4	.21928E+03	-.11126E+03	4 AND 5	-.24169E+03
5	.11126E+03	.84579E+02	5 AND 6	-.12169E+03
6	-.84579E+02	.00000E+00	6 AND 7	-.78101E+02
7	.14620E-04	.78296E+02	7 AND 8	-.81209E+02
8	.00000E+00	.00000E+00	5 AND 9	.27076E+02
9	-.52876E+03	.59834E+03	4 AND 10	-.75828E+02
10	-.78296E+02	-.15115E+03	8 AND 9	-.88907E+02
11	.15115E+03	-.26707E+03	9 AND 10	-.19987E+03
12	-.33127E+03	-.19277E+03	10 AND 11	-.44422E+03
13	.00000E+00	-.70488E+01	9 AND 12	-.22310E+02
14	.70488E+01	.30637E+02	12 AND 14	-.25644E+02
15	.00000E+00	-.10623E-06	12 AND 13	.74557E+01
16	-.30637E+02	-.15703E-04	14 AND 15	-.16493E+02

MEMBER	TERMINAL APPLIED	SHEARS	FROM JOINTS
1	.10190E+02	.41898E+01	1 AND 2
2	.94045E+01	-.70879E+01	2 AND 4
3	-.86249E+02	-.86249E+02	3 AND 4
4	-.20605E+02	-.33405E+02	4 AND 5
5	-.60481E+02	-.70081E+02	5 AND 6
6	.23451E+02	-.29372E+01	6 AND 7
7	-.94948E+01	-.94948E+01	7 AND 8
8	.12000E+03	-.12000E+03	5 AND 9
9	.23565E+03	-.24435E+03	4 AND 10
10	.76481E+02	.76481E+02	8 AND 9
11	.28981E+02	.28981E+02	9 AND 10
12	.10481E+03	.10481E+03	10 AND 11
13	.10508E+01	.10508E+01	9 AND 12
14	-.56178E+01	-.56178E+01	12 AND 14
15	.23606E-07	.23606E-07	12 AND 13
16	.20424E+02	.20424E+02	14 AND 15

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX16.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX16  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

\*\*\* NOTE THAT IN THIS PROGRAM, JOINT ROTATIONS AND  
JOINT MOMENTS ARE POSITIVE WHEN THEY ARE CLOCKWISE \*\*\*

\*\*\* Remember that in this program U.D. LOADING is positive  
when it points to the upper line of the member \*\*\*

## 6. ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΕΣΧΑΡΩΝ ΜΕ Η/Υ

### 6.1 Το μέλος της εσχάρας - Γενικά *[Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]*

Στην επίπεδη εσχάρα κάθε κόμβος έχει τρεις βαθμούς ελευθερίας. Οι τρεις αυτοί βαθμοί ελευθερίας αντιπροσωπεύουν κατά σειρά την μετακίνηση του κόμβου κατά τον άξονα  $z$  και τις δύο στροφές του κόμβου γύρω από τους άξονες  $x$  και  $y$ . Επίσης στον κάθε κόμβο μπορούν να δρουν τρία εντατικά μεγέθη. Αυτά είναι κατά σειρά μία δύναμη κατά τον άξονα  $z$  και δύο ροπές γύρω από τους άξονες  $x$  και  $y$ .

Το κάθε μέλος μιας εσχάρας συνδέει δύο κόμβους. Το κάθε μέλος μεταφέρει τρία εσωτερικά εντατικά μεγέθη. Τα μεγέθη αυτά είναι κατά σειρά η στρεπτική ροπή και οι δύο καμπτικές ροπές στα άκρα του μέλους. Επίσης κάθε μέλος μεταφέρει τρία εσωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη. Τα μεγέθη αυτά είναι κατά σειρά η γωνία στρέψεως του μέλους (που οφείλεται στην στρεπτική ροπή) και οι δύο στροφές στα άκρα του μέλους (που οφείλονται στις ακραίες καμπτικές ροπές).

### 6.2 Το διάνυσμα της επικόμβιας φορτίσεως του μέλους

*[Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]*

Έστω ότι το μέλος  $AB$  συνδέει τους κόμβους  $A$  και  $B$ . Στον κόμβο  $A$  δρουν τα εντατικά μεγέθη  $W_A, M_{AX}, M_{AY}$  και στον κόμβο  $B$  τα εντατικά μεγέθη  $W_B, M_{BX}, M_{BY}$ . Τα έξι μεγέθη  $W_A, M_{AX}, M_{AY}, W_B, M_{BX}, M_{BY}$  συνιστούν το διάνυσμα  $\{W\}$  της επικόμβιας φορτίσεως του μέλους.

$$\{W\} = \begin{bmatrix} W_A \\ M_{AX} \\ M_{AY} \\ W_B \\ M_{BX} \\ M_{BY} \end{bmatrix}$$

Οι δυνάμεις  $W_A$  και  $W_B$  θεωρούνται θετικές αν διευθύνονται κατά την θετική διεύθυνση του άξονος  $z$ . Για την προσήμανση των ροπών ακολουθούμε τον κανόνα του δεξιόστροφου κοχλία. Η ροπή  $M_{AX}$  π.χ. θεωρείται θετική, αν δεξιόστροφος κοχλίας στρεφόμενος κατά την διεύθυνσή της προχωρεί κατά τη θετική διεύθυνση του άξονος  $x$ .

### 6.3 Το διάνυσμα των εσωτερικών εντατικών μεγεθών του μέλους.

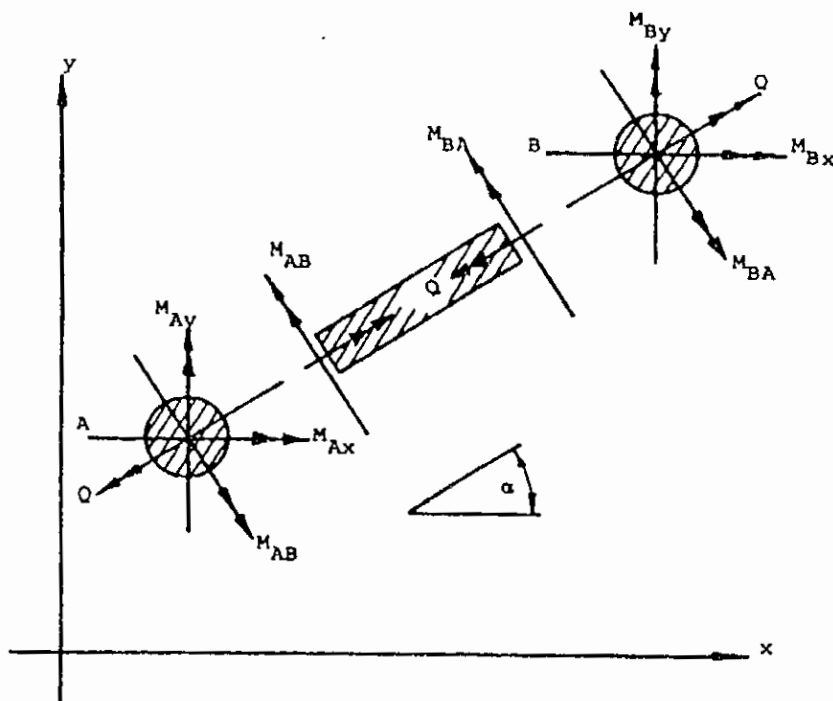
*[Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]*

Στην εσχάρα κάθε μέλος μεταφέρει τρία εσωτερικά εντατικά μεγέθη. Τα μεγέθη αυτά είναι κατά σειρά η στρεπτική ροπή  $Q$  και οι δύο καμπτικές ροπές  $M_{AB}$  και  $M_{BA}$  στα άκρα  $A$  και  $B$  αντίστοιχα του μέλους  $AB$ . Τα μεγέθη αυτά συνιστούν το διάνυσμα  $\{SR\}$  των εσωτερικών εντατικών μεγεθών του μέλους.

$$\{SR\} = \begin{bmatrix} Q \\ M_{AB} \\ M_{BA} \end{bmatrix}$$

Η στρεπτική ροπή  $Q$  στο άκρο  $A$  του μέλους θεωρείται θετική αν φαίνεται δεξιόστροφη όταν βλέπουμε το μέλος από το άκρο  $A$  προς το άκρο  $B$ . Η ίδια σύμβαση ισχύει και για την στρεπτική ροπή  $Q$  στο άκρο  $B$  του μέλους. Οι καμπτικές ροπές  $M_{AB}$  και  $M_{BA}$  προσημαίνονται με τον κανόνα του δεξιόστροφου κοχλία

εφαρμοζόμενο στο τοπικό σύστημα συντεταγμένων του μέλους AB. Το τοπικό σύστημα συντεταγμένων για το μέλος AB έχει τον άξονα x συμπίπτοντα με τον άξονα AB του μέλους και με διεύθυνση από το A προς το B. Ο άξονας z έχει την ίδια διεύθυνση με τον άξονα z του γενικού συστήματος συντεταγμένων, ενώ ο άξονας y καθορίζεται έτσι ώστε το τοπικό σύστημα συντεταγμένων του μέλους να είναι δεξιόστροφο.



Σχήμα 6.1: Καμπτικές και στρεπτικές ροπές στο μέλος και στους κόμβους

Στο σχήμα 6.1 φαίνονται οι ροπές που δρουν στο μέλος AB και στους κόμβους A και B. Η παρουσίαση των ροπών γίνεται με τον γνωστό τρόπο των διπλών διανυσμάτων. Σύμφωνα με τον τρόπο αυτό η ροπή παρίσταται με ένα διπλό διάνυσμα κάθετο στο επίπεδο της και με διεύθυνση συμπίπτουσα με την διεύθυνση στην οποία θα προχωρήσει δεξιόστροφος κοχλίας αν στραφεί κατά την διεύθυνση της ροπής.

#### 6.4 Εξισώσεις ισορροπίας [Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]

Όλες οι εξισώσεις ισορροπίας γράφονται με μητρική μορφή:

$$\begin{bmatrix} W_A \\ M_{AX} \\ M_{AY} \\ W_B \\ M_{BX} \\ M_{BY} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{1}{L} & -\frac{1}{L} \\ \cos a & -\sin a & 0 \\ \sin a & \cos a & 0 \\ 0 & \frac{1}{L} & \frac{1}{L} \\ -\cos a & 0 & -\sin a \\ -\sin a & 0 & \cos a \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Q \\ M_{AB} \\ M_{BA} \end{bmatrix}$$

(Την απόδειξη μπορεί να βρει κανείς στις σελ. 101 - 102 των Διδακτικών Σημειώσεων [Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995])

Η προηγούμενη μητρική σχέση γράφεται με συνοπτική μορφή ως:

$$\{W\} = [A] \cdot \{SR\}$$

και εκφράζει ακριβώς τη σύνδεση των επικομβίων φορτίων  $\{W\}$  του μέλους με τα εσωτερικά εντατικά μεγέθη του  $\{SR\}$ , ώστε να εξασφαλίζεται η ισορροπία. Το στατικό μητρώο  $[A]$  για την περίπτωση του μέλους εσχάρας έχει διαστάσεις (6 X 3)

#### 6.5 Το διάνυσμα των εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών του μέλους

[Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]

Κάθε μέλος εσχάρας μεταφέρει τρία εσωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη. Τα μεγέθη αυτά είναι κατά σειρά η γωνία στρέψεως του μέλους  $\theta$  (αντίστοιχη της στρεπτικής ροπής  $Q$ ) και οι δύο στροφές  $\varphi_{AB}$ ,  $\varphi_{BA}$  στα άκρα  $A$  και  $B$  του μέλους (αντίστοιχες των καμπτικών ροπών  $M_{AB}$  και  $M_{BA}$ ). Οι στροφές αυτές είναι οι γωνίες που σχηματίζουν οι εφαπτόμενες της ελαστικής γραμμής στα δύο άκρα του μέλους με την ευθεία που ορίζουν τα δύο άκρα του μέλους

στην απαραμόρφωτη κατάστασή του. Φυσικά όλα αυτά συμβαίνουν σε επίπεδο κάθετο στο επίπεδο  $xy$  της εσχάρας.

Τα τρία μεγέθη  $\theta$ ,  $\varphi_{AB}$ ,  $\varphi_{BA}$  συνιστούν το διάνυσμα  $\{SE\}$  των εσωτερικών παραμορφωσιακών μεγεθών του μέλους.

$$\{SE\} = \begin{bmatrix} \theta \\ \varphi_{AB} \\ \varphi_{BA} \end{bmatrix}$$

Η προσήμανση των μεγεθών  $\theta$ ,  $\varphi_{AB}$ ,  $\varphi_{BA}$  είναι η ίδια με την προσήμανση των αντιστοιχών μεγεθών  $Q$ ,  $M_{AB}$ ,  $M_{BA}$

#### 6.6 Σχέση μεταξύ των μητρώων $\{SR\}$ και $\{SE\}$ [Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]

Για την περίπτωση του μέλους της εσχάρας τα εσωτερικά εντατικά μεγέθη θα συνδέονται με τα εσωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη με την μητρική σχέση:

$$\begin{bmatrix} Q \\ M_{AB} \\ M_{BA} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{GJ}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{4EI}{L} & \frac{2EI}{L} \\ 0 & \frac{2EI}{L} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \theta \\ \varphi_{AB} \\ \varphi_{BA} \end{bmatrix}$$

όπου :  $E$  : Το μέτρο ελαστικότητας του υλικού

$I$  : Η ροπή αδρανείας

$L$  : Το μήκος του μέλους

$G$  : Το μέτρο διατμήσεως του υλικού

$J$  : Ο δείκτης αντιστάσεως σε στρέψη κατά Saint-Venant

Ο δείκτης αντιστάσεως σε στρέψη είναι συνάρτηση της γεωμετρίας της διατομής του μέλους και συνηθέστατα δίδεται από πίνακες.



**6.7 Το διάνυσμα των επικομβίων μετακινήσεων του μέλους** [Βιβλιογραφία: Κοντονή, 1995]

Έστω ότι το μέλος AB συνδέει τους κόμβους A και B. Στον κόμβο A αντιστοιχούν η μετακίνηση  $Z_A$  και οι δύο στροφές  $R_{AX}$  και  $R_{AY}$ . Στον κόμβο B αντιστοιχούν η μετακίνηση  $Z_B$  και οι στροφές  $R_{BX}$  και  $R_{BY}$ . Τα έξι μεγέθη  $Z_A, R_{AX}, R_{AY}; Z_B, R_{BX}, R_{BY}$  συνιστούν το διάνυσμα  $\{X\}$  των επικομβίων μετακινήσεων του μέλους.

$$\{X\} = \begin{bmatrix} Z_A \\ R_{AX} \\ R_{AY} \\ Z_B \\ R_{BX} \\ R_{BY} \end{bmatrix}$$

Η σύμβαση για την προσήμανση των μεγεθών  $Z_A, R_{AX}, R_{AY}; Z_B, R_{BX}, R_{BY}$  είναι η ίδια με αυτήν των αντιστοιχών μεγεθών  $W_A, M_{AX}, M_{AY}; W_B, M_{BX}, M_{BY}$

**6.8 Εξισώσεις συμβιβαστού** [Βιβλιογραφία: Κοντονή, 1995]

Οι σχέσεις που συνδέουν τα εσωτερικά παραμορφωσιακά μεγέθη  $\{SE\}$  του μέλους με τις επικόμβιες μετακινήσεις του  $\{X\}$ , δηλαδή οι εξισώσεις συμβιβαστού, εκφράζονται με το ανάστροφο του στατικού μητρώου  $[A]$ . Δηλαδή ισχύει:

$$\{SE\} = [A]^T \{X\}$$

### 6.9 Το μητρώο δυσκαμψίας του μέλους εσχάρας *[Βιβλιογραφία: Κοντονή 1995]*

Δεν θα επαναλάβουμε εδώ τη διαδικασία εξαγωγής του μητρώου δυσκαμψίας για το μέλος εσχάρας, αφού είναι ακριβώς η ίδια με αυτή των προηγούμενων περιπτώσεων. Αρκούμαστε μόνο να αναφέρουμε ότι το μητρώο ακαμψίας  $[K]$  δίδεται από το γνωστό πλέον τύπο :

$$[K] = [A] [S] [A]^T$$

και για την περίπτωση της εσχάρας έχει διαστάσεις ( 6 X 6).

## 7. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΕΣΧΑΡΩΝ ΜΕ Η/Υ

### Εισαγωγή δεδομένων

Η εισαγωγή των δεδομένων στο παρόν πρόγραμμα Η/Υ “GRILLAGE” (το οποίο είναι γραμμένο σε γλώσσα FORTRAN) μπορεί να γίνεται με 2 διαφορετικούς τρόπους και είναι θέμα προτίμησης του χρήστη σε σχέση τις γνώσεις και την ευχέρεια χρήσης που έχει με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, έχουν δε ως ακολούθως:

#### 1) Διαλογικότητα προγράμματος - χρήστη (interactive use)

Η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί διότι απαιτεί λιγότερο χρόνο εκμάθησης του προγράμματος και συναρπάζει με την άμεση επικοινωνία μεταξύ χρήστη και υπολογιστή. Τα δεδομένα φυλάσσονται σε αρχείο για μελλοντικές τροποποιήσεις ή συμπληρώσεις.

#### 2) Από κειμενογράφο σε αρχείο δεδομένων (data file)

Η μέθοδος εισαγωγής είναι ταχύτερη, απαιτεί όμως ένα καλό κειμενογράφο (editor), καλή γνώση του προγράμματος και του κειμενογράφου.

## GRILLAGE : Πρόγραμμα H/Y ελαστικής ανάλυσης

Επίπεδων Εσχαρών [Διδασκαλία Κοντονή 1995]

### Μορφή αρχείου δεδομένων (DATA FILE)

---

Τίτλος

Πλήθος κόμβων, Πλήθος μελών, Μέτρο ελαστικότητας E, Μέτρο διατμήσεως G.

Αριθμός κόμβου, συντεταγμένη-x, συντεταγμένη-y, συνθήκες στήριξης (τρεις ακέραιοι \*)

--

--

Αριθμός μέλους, κόμβος αρχής (\*\*), κόμβος τέλους (\*\*), Ροπή αδράνειας I, Στρεπτική αντίσταση J.

--

--

Πλήθος περιπτώσεων φόρτισης

Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων, πλήθος φορτιζομένων μελών με ομοιόμορφο φορτίο

Αριθμός φορτιζομένου κόμβου, W, M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>

(\*\*\*)

Αριθμός φορτιζομένου μέλους, τιμή ομοιόμορφου φορτίου

(\*\*\*)

(\*\*\*)

Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων, πλήθος φορτιζομένων μελών με ομοιόμορφο φορτίο

(\*\*\*)

Αριθμός φορτιζόμενου κόμβου, W, M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>

(\*\*\*)

(\*\*\*)

Αριθμός φορτιζομένου μέλους, τιμή ομοιόμορφου φορτίου

(\*\*\*)

(\*\*\*)

Αριθμός περίπτωσης φόρτισης, πλήθος φορτιζομένων κόμβων, πλήθος φορτιζομένων μελών με ομοιόμορφο φορτίο

(\*\*\*)

Αριθμός φορτιζόμενου κόμβου, W, M<sub>x</sub>, M<sub>y</sub>

(\*\*\*)

(\*\*\*)

Αριθμός φορτιζομένου μέλους, τιμή ομοιόμορφου φορτίου

(\*\*\*)

(\*\*\*)

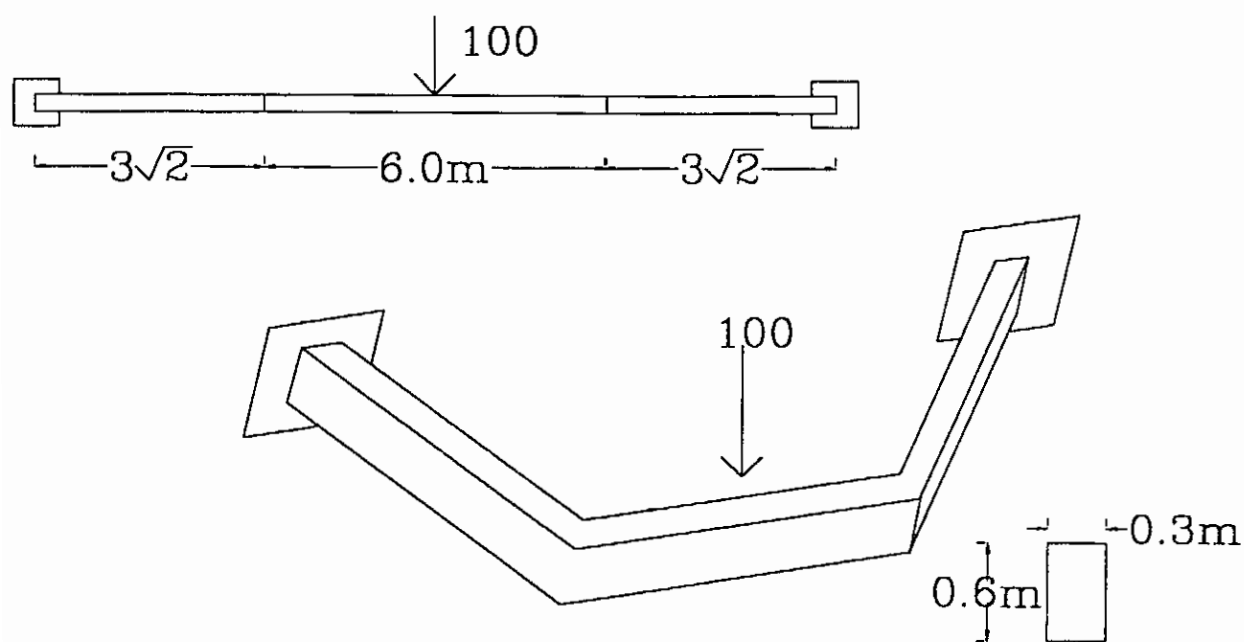
### Σημειώσεις :

- \* (τρεις ακέραιοι που να δηλώνουν τους περιορισμούς του κόμβου για μετακίνηση κατά z - διεύθυνση και για στροφές γύρω από τους άξονες x και y : δώστε 0 εάν περιορισμένος και 1 εάν μη περιορισμένος)
- \*\* (με αρνητικό πρόσημο αν υπάρχει εσωτερική άρθρωση)
- \*\*\* (αν υπάρχει)

### Σχόλιο :

Επίσης, το παρόν πρόγραμμα H/Y ρωτάει κατά την εκτέλεσή του, αν επιθυμούμε να έχουμε συνδυασμούς των περιπτώσεων φόρτισης. Αν απαντήσουμε καταφατικά, το πρόγραμμα H/Y μας ρωτάει με τι συντελεστή να πολλαπλασιάσει κάθε μία από τις περιπτώσεις φόρτισης

### Παράδειγμα 1ο



Στο σχήμα φαίνεται μια εσχάρα με τη φόρτιση, τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηρίξεώς της. Όλα τα μέλη έχουν ροπή αδραειας  $0,0054 \text{ m}^4$  και δείκτη αντίστασης σε στρέψη  $0,0037 \text{ m}^4$ . Για όλα τα μέλη το μέτρο ελαστικότητας  $E = 20 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$  και το μέτρο διάτμησης  $G = 9 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$ .

Η εσχάρα θα επιλυθεί για δύο περιπτώσεις φόρτισης :

- Φόρτιση του κόμβου 3 με κατακόρυφη συγκεντρωμένη δύναμη  $100 \text{ KN}$  όπως φαίνεται στο σχήμα.
- Φόρτιση των κόμβων 2 και 4 με δύο κατακόρυφες συγκεντρωμένες δυνάμεις  $100 \text{ KN}$ .

Οι δεσμεύσεις (συνοριακές συνθήκες) για τους κόμβους 1 και 5 είναι πακτώσεις. Απαγορεύουν, δηλαδή, την μετακίνηση κατά  $z$  και τις στροφές γύρω από τους άξονες  $x$  και  $y$ .

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX1 και EX1.0UT.

\*\*\* EXAMPLE 1 \*\*\*

5	4	.2000E+08	.9000E+07			
1		.0000	.0000	0	0	0
2		4.2430	4.2430	1	1	1
3		4.2430	7.2430	1	1	1
4		4.2430	10.2430	1	1	1
5		.0000	14.4850	0	0	0
1	1	2	.54000E-02	.37000E-02		
2	2	3	.54000E-02	.37000E-02		
3	3	4	.54000E-02	.37000E-02		
4	4	5	.54000E-02	.37000E-02		
2						
1	1	0				
3		100.0000	.0000	.0000		
2	2	0				
2		100.0000	.0000	.0000		
4		100.0000	.0000	.0000		

-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE GRILLAGE LINEAR ELASTIC ANALYSIS  
 (ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX1  
 -----  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 1 \*\*\*

-----  
 JOINT AND MEMBER DATA ( 5 JOINTS 4 MEMBERS)  
 -----

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS
1	.000	.000	0 0 0
2	4.243	4.243	1 1 1
3	4.243	7.243	1 1 1
4	4.243	10.243	1 1 1
5	.000	14.485	0 0 0

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	TORSION	CONST	LENGTH
1	1 TO 2	.54000E-02	.37000E-02		.60005E+01
2	2 TO 3	.54000E-02	.37000E-02		.30000E+01
3	3 TO 4	.54000E-02	.37000E-02		.30000E+01
4	4 TO 5	.54000E-02	.37000E-02		.59998E+01

ELASTIC MODULUS = .20000E+08  
 SHEAR MODULUS = .90000E+07

-----  
 THERE ARE 2 LOAD CASES  
 -----

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

JOINT	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
3	100.0000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

JOINT	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
2	100.0000	.0000	.0000
4	100.0000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS  
 -----  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 1 \*\*\*

-----  
 RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 5  
 NUMBER OF MEMBERS = 4  
 DEGREE OF FREEDOM = 9  
 WIDTH OF THE BAND = 6  
 TERMS IN K-MATRIX = 54  
 NO. OF LOAD CASES = 2

JOINT	LOAD-SET	Z-MOVEMENT	X-ROTATION	Y-ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.30255E-01	.28094E-02	-.75231E-02

3	1	.35510E-01	-.52114E-06	-.75228E-02
4	1	.30252E-01	-.28102E-02	-.75225E-02
5	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
1	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	2	.57139E-01	.22469E-02	-.16829E-01
3	2	.60508E-01	-.89488E-06	-.16828E-01
4	2	.57134E-01	-.22481E-02	-.16828E-01
5	2	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS		FROM JOINTS		TORQUE
1	1	.28150E+03	.18502E+02	1 AND	2	.18497E+02
2	1	-.26162E+02	.17615E+03	2 AND	3	-.32666E-02
3	1	-.17615E+03	.26142E+02	3 AND	4	-.32679E-02
4	1	-.18480E+02	-.28153E+03	4 AND	5	-.18489E+02
1	2	.54278E+03	.57231E+02	1 AND	2	.57221E+02
2	2	-.80930E+02	.80910E+02	2 AND	3	-.69842E-02
3	2	-.80910E+02	.80890E+02	3 AND	4	-.69426E-02
4	2	-.57186E+02	-.54283E+03	4 AND	5	-.57209E+02

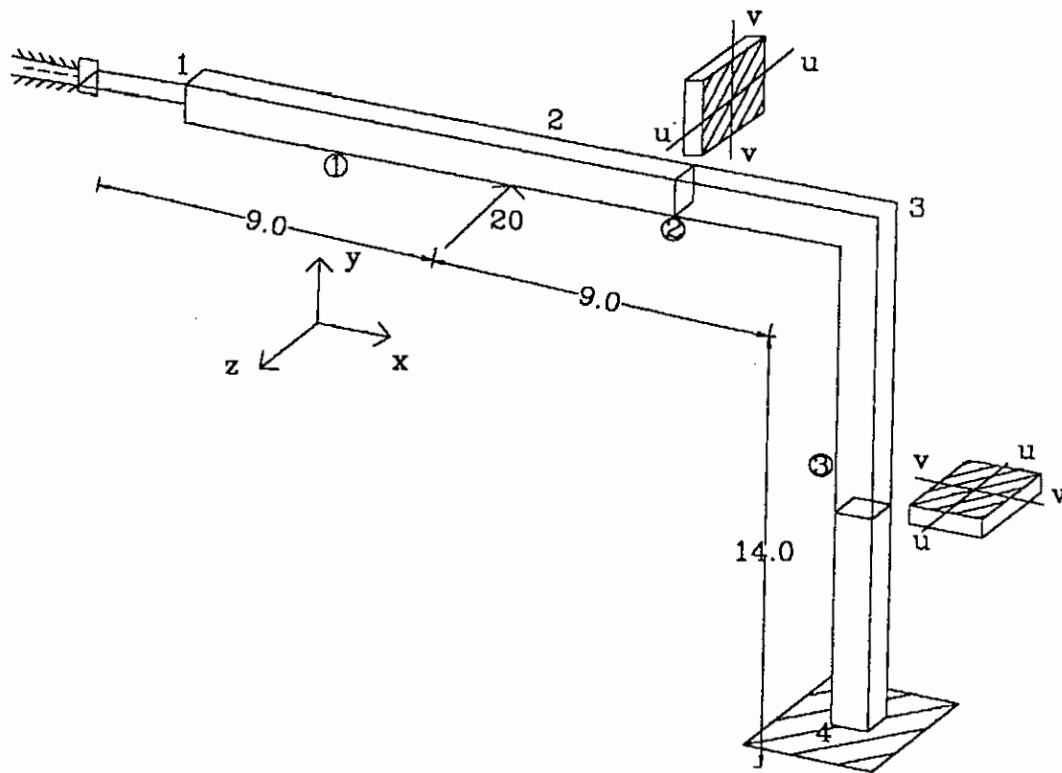
MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED SHEARS		FROM JOINTS	
1	1	-.49997E+02	-.49997E+02	1 AND	2
2	1	-.49997E+02	-.49997E+02	2 AND	3
3	1	.50003E+02	.50003E+02	3 AND	4
4	1	.50003E+02	.50003E+02	4 AND	5
1	2	-.99993E+02	-.99993E+02	1 AND	2
2	2	.67571E-02	.67571E-02	2 AND	3
3	2	.64621E-02	.64621E-02	3 AND	4
4	2	.10001E+03	.10001E+03	4 AND	5

JOINT	LOAD-SET	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
1	1	-.499965E+02	-.185973E+03	.212132E+03
2	1	-.129700E-03	-.123978E-03	-.231999E-04
3	1	.100000E+03	-.152588E-03	-.132620E-05
4	1	.114441E-03	-.251770E-03	-.105530E-04
5	1	-.500035E+02	.185973E+03	.212168E+03
1	2	-.999932E+02	-.343341E+03	.424264E+03
2	2	.100000E+03	-.762939E-04	.143447E-04
3	2	-.294367E-03	-.152588E-03	.416040E-04
4	2	.100000E+03	-.389099E-03	-.653844E-04
5	2	-.100007E+03	.343339E+03	.424336E+03

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX1.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX1  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID



## Παράδειγμα 2ο



Στο σχήμα φαίνεται μια εσχάρα με τη φόρτιση, τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηριξεώς της. Όλα τα οριζόντια μέλη έχουν ροπή αδρανείας  $0,00004$  και στρεπτική αντίσταση  $0,00015$  και το κατακόρυφο μέλος έχει ροπή αδρανείας  $0,00033$  και στρεπτική αντίσταση  $0,00096$ . Για όλα τα μέλη μέτρο ελαστικότητας  $E = 20 \cdot 10^7$  και μέτρο διάτμησης  $G = 8 \cdot 10^7$ .

Η εσχάρα θα επιλυθεί για την εικονιζόμενη περίπτωση φόρτισης, δηλαδή με συγκεντρωμένη δύναμη  $20$  στον κόμβο  $2$ .

Η δέσμευση για τον κόμβο  $1$  είναι απλή έδραση, ενώ για τον κόμβο  $4$  είναι πάκτωση. Οι συνθήκες στήριξης για τον κόμβο  $1$  είναι τέτοιες ώστε να εμποδίζουν την μετακίνηση κατά τον άξονα των  $z$  και να επιτρέπουν τις στροφές γύρω από τους άξονες  $x$  και  $y$ .

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX2 και EX2.OUT.

\*\*\* EXAMPLE 2 \*\*\*

4	3	.2000E+09	.8000E+08			
1		.0000	.0000	0	1	1
2		9.0000	.0000	1	1	1
3		18.0000	.0000	1	1	1
4		18.0000	-14.0000	0	0	0
1	1	2	.4000E-04	.1500E-03		
2	2	3	.4000E-04	.1500E-03		
3	3	4	.3300E-03	.9600E-03		
1						
1	1	0				
2		-20.0000	.0000	.0000		

-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----

-----  
 ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE GRILLAGE LINEAR ELASTIC ANALYSIS  
 (ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX2  
 -----  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 2 \*\*\*

-----  
 JOINT AND MEMBER DATA ( 4 JOINTS 3 MEMBERS)  
 -----

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

1	.000	.000	0	1	1
2	9.000	.000	1	1	1
3	18.000	.000	1	1	1
4	18.000	-14.000	0	0	0

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	TORSION	CONST	LENGTH
1	1 TO 2	.40000E-04	.15000E-03		.90000E+01
2	2 TO 3	.40000E-04	.15000E-03		.90000E+01
3	3 TO 4	.33000E-03	.96000E-03		.14000E+02

ELASTIC MODULUS = .20000E+09  
 SHEAR MODULUS = .80000E+08

-----  
 THERE ARE 1 LOAD CASES  
 -----

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

JOINT	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
2	-20.0000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS  
 -----  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 2 \*\*\*

-----  
 RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 4  
 NUMBER OF MEMBERS = 3  
 DEGREE OF FREEDOM = 8  
 WIDTH OF THE BAND = 6  
 TERMS IN K-MATRIX = 48  
 NO. OF LOAD CASES = 1

JOINT	LOAD-SET	Z-MOVEMENT	X-ROTATION	Y-ROTATION
1	1	.00000E+00	-.18480E-01	.43698E-01
2	1	-.27856E+00	-.18480E-01	.54550E-02
3	1	-.17248E+00	-.18480E-01	-.80251E-02
4	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TORQUE
1	1	-.13119E-04	1 AND 2	-.79777E-06
2	1	.67988E+02	2 AND 3	-.79777E-06
3	1	-.53512E-05	3 AND 4	.44024E+02

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

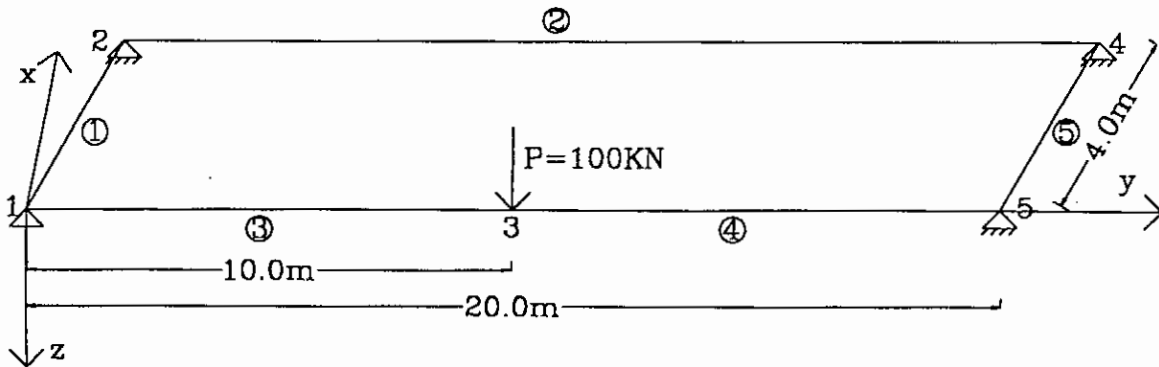
1	1	.75543E+01	.75543E+01	1 AND	2
2	1	-.12446E+02	-.12446E+02	2 AND	3
3	1	-.12446E+02	-.12446E+02	3 AND	4

JOINT    LOAD-SET      VERTICAL FORCE    MOMENT ABT.X-X    MOMENT ABT.Y-Y

1	1	.755425E+01	-.797766E-06	-.131187E-04
2	1	-.200000E+02	.000000E+00	-.228882E-04
3	1	.286102E-05	-.455342E-05	-.381470E-05
4	1	.124457E+02	.174240E+03	.440235E+02

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX2.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX2  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

### Παράδειγμα 3ο



Για το φορέα του σχήματος δίδονται η φόρτιση, οι διαστάσεις και οι συνθήκες στηρίξεώς του. Για όλα τα μέλη η ροπή αδρανείας είναι  $0,2425\text{ m}^4$  και ο δείκτης αντίστασης σε στρέψη  $0,164\text{ m}^4$ . Για όλα τα μέλη το μέτρο ελαστικότητας  $E = 21 \cdot 10^6\text{ KN/m}^2$  και το μέτρο διάτμησης  $G = E / 2,2 = 9,545 \cdot 10^6\text{ KN/m}^2$ .

Η εσχάρα θα επιλυθεί για την ακόλουθη περίπτωση φόρτισης: Συγκεντρωμένο φορτίο στον κόμβο 3 όπως φαίνεται στο σχήμα.

Οι δεσμεύσεις για τους κόμβους 1, 2, 4, 5 είναι απλές εδράσεις. Ενώ δηλαδή απαγορεύουν την μετακίνηση κατά z, επιτρέπουν τις στροφές γύρω από τους άξονες x και y.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX3 και EX3.OUT.

Η επίλυσή του με την μέθοδο των παραμορφώσεων (κλασική μέθοδος με το χέρι) υπάρχει στο βιβλίο του K. Hirschfeld [10]. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων, και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

\*\*\* EXAMPLE 3 \*\*\*

5	5	.2100E+08	.9545E+07		
1		.0000	.0000	0	1
2		3.4641	2.0000	0	1
3		.0000	10.0000	1	1
4		3.4641	22.0000	0	1
5		.0000	20.0000	0	1
1	1	2	.2425E+00	.1640E+00	
2	2	4	.2425E+00	.1640E+00	
3	1	3	.2425E+00	.1640E+00	
4	3	5	.2425E+00	.1640E+00	
5	4	5	.2425E+00	.1640E+00	
1					
1	1	0			
3		100.0000	.0000	.0000	



EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM

ACADEMIC YEAR 1995-1996

PLANE GRILLAGE LINEAR ELASTIC ANALYSIS

(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)

THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX3

\*\*\* EXAMPLE 3 \*\*\*

JOINT AND MEMBER DATA ( 5 JOINTS 5 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS
1	.000	.000	0 1 1
2	3.464	2.000	0 1 1
3	.000	10.000	1 1 1
4	3.464	22.000	0 1 1
5	.000	20.000	0 1 1

MEMBER CONNECTION INERTIA TORSION CONST LENGTH

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	TORSION	CONST	LENGTH
1	1 TO 2	.24250E+00	.16400E+00		.40000E+01
2	2 TO 4	.24250E+00	.16400E+00		.20000E+02
3	1 TO 3	.24250E+00	.16400E+00		.10000E+02
4	3 TO 5	.24250E+00	.16400E+00		.10000E+02
5	4 TO 5	.24250E+00	.16400E+00		.40000E+01

ELASTIC MODULUS = .21000E+08

SHEAR MODULUS = .95450E+07

THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

JOINT	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
3	100.0000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS

\*\*\* EXAMPLE 3 \*\*\*

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 5  
 NUMBER OF MEMBERS = 5  
 DEGREE OF FREEDOM = 11  
 WIDTH OF THE BAND = 9  
 TERMS IN K-MATRIX = 99  
 NO. OF LOAD CASES = 1

JOINT	LOAD-SET	Z-MOVEMENT	X-ROTATION	Y-ROTATION
1	1	.00000E+00	.30794E-03	.15405E-03
2	1	.00000E+00	.13845E-03	.96825E-04
3	1	.23579E-02	-.10229E-10	.79125E-11
4	1	.00000E+00	-.13845E-03	-.96825E-04
5	1	.00000E+00	-.30794E-03	-.15405E-03

MEMBER LOAD-SET TERMINAL APPLIED MOMENTS FROM JOINTS TORQUE

1	1	-.67474E+02	.22127E+02	1 AND	2	.68639E+02
2	1	-.70507E+02	.70507E+02	2 AND	4	.15157E+02
3	1	.93180E+02	.40682E+03	1 AND	3	.24114E+02
4	1	-.40682E+03	-.93180E+02	3 AND	5	.24114E+02
5	1	.22127E+02	-.67474E+02	4 AND	5	-.68639E+02

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

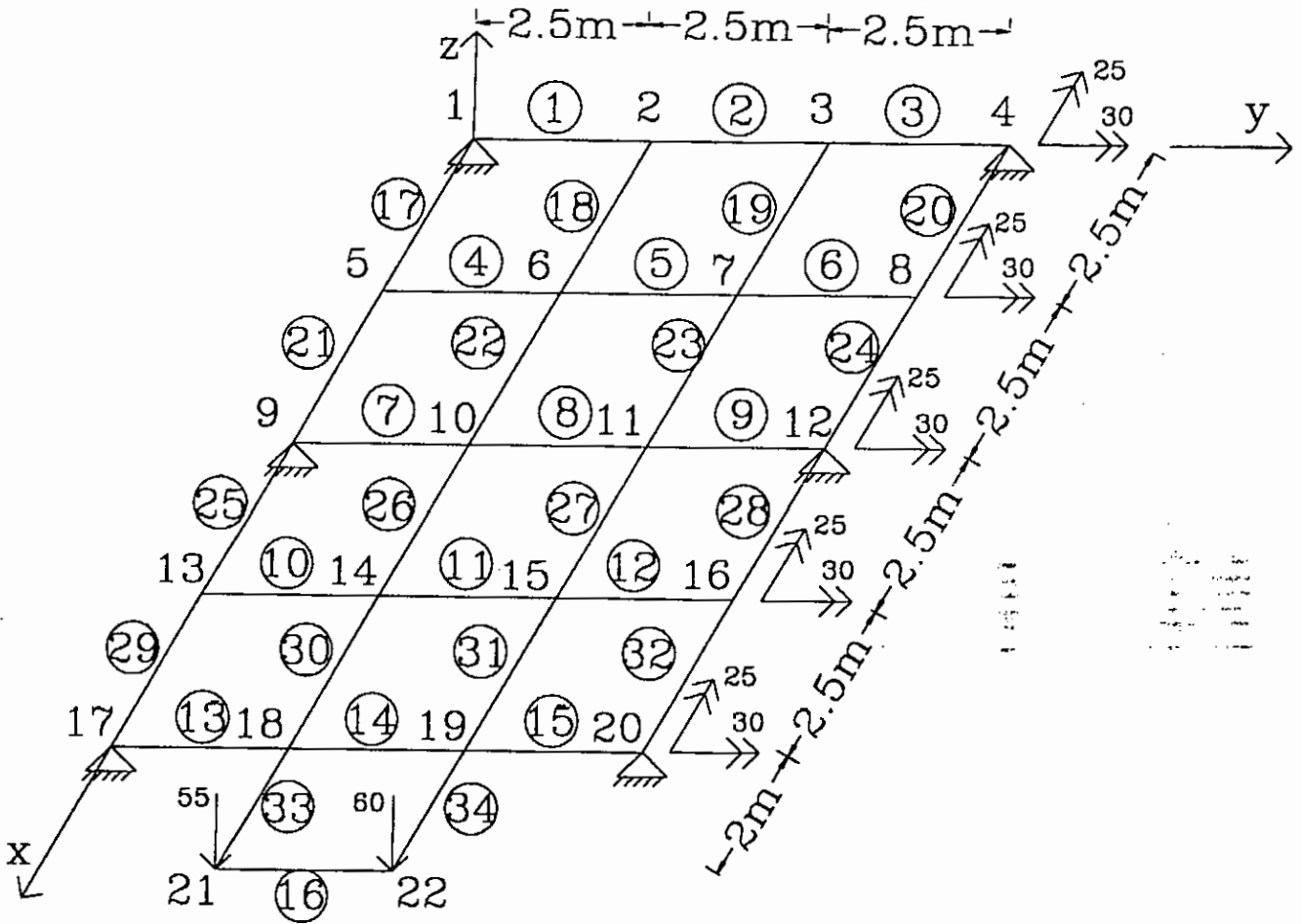
1	1	.11337E+02	.11337E+02	1 AND	2
2	1	.00000E+00	.00000E+00	2 AND	4
3	1	-.50000E+02	-.50000E+02	1 AND	3
4	1	.50000E+02	.50000E+02	3 AND	5
5	1	.11337E+02	.11337E+02	4 AND	5

JOINT    LOAD-SET      VERTICAL FORCE      MOMENT ABT.X-X      MOMENT ABT.Y-Y

1	1	-.386634E+02	-.457764E-04	-.362396E-04
2	1	-.113366E+02	-.762939E-05	-.352859E-04
3	1	.100000E+03	.000000E+00	.190735E-05
4	1	.113365E+02	.305176E-04	-.381470E-04
5	1	-.613366E+02	.137329E-03	-.572205E-05

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX3.OUT.  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX3.  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID.

Παράδειγμα 4ο



Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται μία εσχάρα με τη φόρτιση και τις διαστάσεις της, καθώς και τις συνθήκες στηρίξεώς της. Όλα τα μέλη κατά την διεύθυνση  $x$  έχουν ροπή αδράνειας  $0,0054 \text{ m}^4$  και δείκτη αντίστασης σε στρέψη  $0,00371 \text{ m}^4$ . Όλα τα μέλη κατά την διεύθυνση  $y$  έχουν ροπή αδράνειας  $0,0128 \text{ m}^4$  και δείκτη αντίστασης σε στρέψη  $0,005314 \text{ m}^4$ . Το υλικό είναι το σκυρόδεμα, μέτρο ελαστικότητας  $E = 21 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$  και μέτρο διάτμησης  $G = 8 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$ .

Η εσχάρα θα επιλυθεί για δύο περιπτώσεις φόρτισης :

- Φόρτιση των κόμβων 21 και 22 με κατακόρυφα συγκεντρωμένα φορτία όπως φαίνεται στο σχήμα.
- Φόρτιση των κόμβων 4, 8, 12, 16, 20 με επικόμβιες ροπές όπως φαίνεται στο σχήμα.

Οι δεσμεύσεις (συνοριακές συνθήκες) για τους κόμβους 1, 4, 9, 12, 17, 20 είναι απλές εδράσεις.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX4 και EX4.OUT.

\*\*\* EXAMPLE 4 \*\*\*

22	34	.2100E+08	.8000E+07			
1		.0000	.0000	0	1	1
2		.0000	2.5000	1	1	1
3		.0000	5.0000	1	1	1
4		.0000	7.5000	0	1	1
5	2.5000	.0000	.0000	1	1	1
6	2.5000	2.5000	2.5000	1	1	1
7	2.5000	5.0000	5.0000	1	1	1
8	2.5000	7.5000	7.5000	1	1	1
9	5.0000	.0000	.0000	0	1	1
10	5.0000	2.5000	2.5000	1	1	1
11	5.0000	5.0000	5.0000	1	1	1
12	5.0000	7.5000	7.5000	0	1	1
13	7.5000	.0000	.0000	1	1	1
14	7.5000	2.5000	2.5000	1	1	1
15	7.5000	5.0000	5.0000	1	1	1
16	7.5000	7.5000	7.5000	1	1	1
17	10.0000	.0000	.0000	0	1	1
18	10.0000	2.5000	2.5000	1	1	1
19	10.0000	5.0000	5.0000	1	1	1
20	10.0000	7.5000	7.5000	0	1	1
21	12.0000	2.5000	2.5000	1	1	1
22	12.0000	5.0000	5.0000	1	1	1

1	1	2	.1280E-01	.5314E-02
2	2	3	.1280E-01	.5314E-02
3	3	4	.1280E-01	.5314E-02
4	5	6	.1280E-01	.5314E-02
5	6	7	.1280E-01	.5314E-02
6	7	8	.1280E-01	.5314E-02
7	9	10	.1280E-01	.5314E-02
8	10	11	.1280E-01	.5314E-02
9	11	12	.1280E-01	.5314E-02
10	13	14	.1280E-01	.5314E-02
11	14	15	.1280E-01	.5314E-02
12	15	16	.1280E-01	.5314E-02
13	17	18	.1280E-01	.5314E-02
14	18	19	.1280E-01	.5314E-02
15	19	20	.1280E-01	.5314E-02
16	21	22	.1280E-01	.5314E-02
17	1	5	.5400E-02	.3710E-02
18	2	6	.5400E-02	.3710E-02
19	3	7	.5400E-02	.3710E-02
20	4	8	.5400E-02	.3710E-02
21	5	9	.5400E-02	.3710E-02
22	6	10	.5400E-02	.3710E-02
23	7	11	.5400E-02	.3710E-02
24	8	12	.5400E-02	.3710E-02
25	9	13	.5400E-02	.3710E-02
26	10	14	.5400E-02	.3710E-02
27	11	15	.5400E-02	.3710E-02
28	12	16	.5400E-02	.3710E-02
29	13	17	.5400E-02	.3710E-02
30	14	18	.5400E-02	.3710E-02
31	15	19	.5400E-02	.3710E-02
32	16	20	.5400E-02	.3710E-02
33	18	21	.5400E-02	.3710E-02
34	19	22	.5400E-02	.3710E-02

2				
1	2	0		
21	-55.0000	.0000	.0000	.0000
22	-60.0000	.0000	.0000	.0000
2	5	0		
4	.0000	-25.0000	30.0000	

8	.0000	-25.0000	30.0000
12	.0000	-25.0000	30.0000
16	.0000	-25.0000	30.0000
20	.0000	-25.0000	30.0000

-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 -----

ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE GRILLAGE LINEAR ELASTIC ANALYSIS  
 (ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX4  
 -----  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 4 \*\*\*

-----  
 JOINT AND MEMBER DATA ( 22 JOINTS 34 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

1	.000	.000	0	1	1
2	.000	2.500	1	1	1
3	.000	5.000	1	1	1
4	.000	7.500	0	1	1
5	2.500	.000	1	1	1
6	2.500	2.500	1	1	1
7	2.500	5.000	1	1	1
8	2.500	7.500	1	1	1
9	5.000	.000	0	1	1
10	5.000	2.500	1	1	1
11	5.000	5.000	1	1	1
12	5.000	7.500	0	1	1
13	7.500	.000	1	1	1
14	7.500	2.500	1	1	1
15	7.500	5.000	1	1	1
16	7.500	7.500	1	1	1
17	10.000	.000	0	1	1
18	10.000	2.500	1	1	1
19	10.000	5.000	1	1	1
20	10.000	7.500	0	1	1
21	12.000	2.500	1	1	1
22	12.000	5.000	1	1	1

MEMBER CONNECTION                      INERTIA      TORSION CONST                      LENGTH

1	1	TO	2	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
2	2	TO	3	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
3	3	TO	4	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
4	5	TO	6	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
5	6	TO	7	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
6	7	TO	8	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
7	9	TO	10	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
8	10	TO	11	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
9	11	TO	12	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
10	13	TO	14	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
11	14	TO	15	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
12	15	TO	16	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
13	17	TO	18	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
14	18	TO	19	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
15	19	TO	20	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
16	21	TO	22	.12800E-01	.53140E-02	.25000E+01
17	1	TO	5	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
18	2	TO	6	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
19	3	TO	7	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
20	4	TO	8	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
21	5	TO	9	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
22	6	TO	10	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
23	7	TO	11	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
24	8	TO	12	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01

25	9	TO	13	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
26	10	TO	14	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
27	11	TO	15	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
28	12	TO	16	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
29	13	TO	17	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
30	14	TO	18	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
31	15	TO	19	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
32	16	TO	20	.54000E-02	.37100E-02	.25000E+01
33	18	TO	21	.54000E-02	.37100E-02	.20000E+01
34	19	TO	22	.54000E-02	.37100E-02	.20000E+01

ELASTIC MODULUS = .21000E+08  
SHEAR MODULUS = .80000E+07

-----  
THERE ARE 2 LOAD CASES  
-----

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

JOINT	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
21	-55.0000	.0000	.0000
22	-60.0000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS

-----  
IN LOAD-SET 2 THERE ARE 5 LOADED JOINTS

JOINT	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
4	.0000	-25.0000	30.0000
8	.0000	-25.0000	30.0000
12	.0000	-25.0000	30.0000
16	.0000	-25.0000	30.0000
20	.0000	-25.0000	30.0000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 0 LOADED MEMBERS  
-----  
-----

\*\*\* EXAMPLE 4 \*\*\*

-----  
RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 22  
NUMBER OF MEMBERS = 34  
DEGREE OF FREEDOM = 60  
WIDTH OF THE BAND = 15  
TERMS IN K-MATRIX = 900  
NO. OF LOAD CASES = 2

JOINT	LOAD-SET	Z-MOVEMENT	X-ROTATION	Y-ROTATION
1	1	.00000E+00	.82844E-05	.49631E-05
2	1	.12474E-04	.30051E-05	-.47468E-04
3	1	.12421E-04	-.30324E-05	-.46792E-04
4	1	.00000E+00	-.82657E-05	.68517E-05
5	1	-.27979E-04	.91704E-04	.13821E-04
6	1	.16371E-03	.45874E-04	-.76593E-04
7	1	.16237E-03	-.46899E-04	-.76430E-04
8	1	-.31799E-04	-.92640E-04	.14400E-04
9	1	.00000E+00	.16161E-03	-.77193E-04
10	1	.35951E-03	.86486E-04	-.45628E-04
11	1	.35999E-03	-.86262E-04	-.47578E-04
12	1	.00000E+00	-.16200E-03	-.81477E-04
13	1	.25418E-03	-.16155E-03	-.37724E-04
14	1	-.29146E-04	-.66622E-04	.48425E-03
15	1	-.21529E-04	.70930E-04	.48144E-03



16	1	.26582E-03	.16217E-03	-.39278E-04
17	1	.00000E+00	-.13853E-02	.32593E-03
18	1	-.29445E-02	-.69520E-03	.19751E-02
19	1	-.29628E-02	.68656E-03	.20121E-02
20	1	.00000E+00	.14002E-02	.33619E-03
21	1	-.82217E-02	-.10034E-03	.29753E-02
22	1	-.83640E-02	-.11137E-04	.30401E-02
1	2	.00000E+00	.11660E-03	-.20054E-04
2	2	.25959E-03	.77549E-04	.56097E-05
3	2	.32379E-03	-.39235E-04	.54273E-04
4	2	.00000E+00	-.23391E-03	.23577E-03
5	2	.33940E-04	.10276E-03	.41903E-05
6	2	.25352E-03	.59540E-04	.37190E-06
7	2	.25665E-03	-.71743E-04	-.30756E-05
8	2	-.16782E-03	-.27461E-03	.26512E-04
9	2	.00000E+00	.11735E-03	.25773E-05
10	2	.26022E-03	.76465E-04	-.77851E-05
11	2	.32026E-03	-.39597E-04	-.31544E-04
12	2	.00000E+00	-.23101E-03	-.16678E-04
13	2	.24184E-04	.11189E-03	-.47344E-05
14	2	.27750E-03	.80583E-04	-.51583E-06
15	2	.37023E-03	-.19547E-04	.19600E-06
16	2	.10931E-03	-.20621E-03	.35538E-04
17	2	.00000E+00	.11353E-03	.17151E-04
18	2	.25116E-03	.74234E-04	.20067E-04
19	2	.31539E-03	-.35699E-04	.43103E-04
20	2	.00000E+00	-.22889E-03	.19859E-03
21	2	.20525E-03	.15592E-04	.25331E-04
22	2	.23495E-03	.84955E-05	.37840E-04

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS		FROM JOINTS		TORQUE
1	1	-.99036E+00	.14489E+00	1 AND	2	.89158E+00
2	1	-.65383E+00	.64448E+00	2 AND	3	-.11492E-01
3	1	-.12370E+00	.10017E+01	3 AND	4	-.91220E+00
4	1	.16038E+00	.10016E+02	5 AND	6	.15375E+01
5	1	-.99889E+01	.99608E+01	6 AND	7	-.27761E-02
6	1	-.10014E+02	-.17822E+00	7 AND	8	-.15445E+01
7	1	.46666E+01	.20822E+02	9 AND	10	-.53676E+00
8	1	-.18522E+02	.18625E+02	10 AND	11	.33154E-01
9	1	-.20959E+02	-.46720E+01	11 AND	12	.57644E+00
10	1	.10692E+02	-.97207E+01	13 AND	14	-.88761E+01
11	1	.15366E+02	-.14213E+02	14 AND	15	.47872E-01
12	1	.87709E+01	-.10849E+02	15 AND	16	.88547E+01
13	1	-.14529E+02	-.16293E+03	17 AND	18	-.28043E+02
14	1	.14664E+03	-.15050E+03	18 AND	19	-.62936E+00
15	1	.16816E+03	.14698E+02	19 AND	20	.28498E+02
16	1	.88278E+01	-.10354E+02	21 AND	22	-.11018E+01
17	1	-.89158E+00	-.88021E-01	1 AND	5	-.99036E+00
18	1	.90307E+00	-.17392E+01	2 AND	6	-.50893E+00
19	1	.90071E+00	-.17880E+01	3 AND	7	.52078E+00
20	1	-.91220E+00	-.22743E+00	4 AND	8	.10017E+01
21	1	-.14495E+01	-.97063E+01	5 AND	9	-.82998E+00
22	1	.32794E+01	.60886E+01	6 AND	10	-.48215E+00
23	1	.33298E+01	.59473E+01	7 AND	11	.46732E+00
24	1	-.13171E+01	-.10015E+02	8 AND	12	.82346E+00
25	1	.10243E+02	.13824E+02	9 AND	13	.38366E+01
26	1	-.66585E+01	.41412E+02	10 AND	14	.18177E+01
27	1	-.64906E+01	.41502E+02	11 AND	15	-.18662E+01
28	1	.10592E+02	.14420E+02	12 AND	16	-.38486E+01
29	1	-.49476E+01	.28043E+02	13 AND	17	.14529E+02
30	1	-.50336E+02	.84909E+02	14 AND	18	.74625E+01

31	1	-.50308E+02	.88550E+02	15 AND	19	-.73088E+01
32	1	-.55651E+01	.28498E+02	16 AND	20	-.14698E+02
33	1	-.11232E+03	.11018E+01	18 AND	21	-.88278E+01
34	1	-.11768E+03	-.11018E+01	19 AND	22	.10354E+02
1	2	.16424E+00	.85612E+01	1 AND	2	-.43641E+00
2	2	-.83474E+01	.16766E+02	2 AND	3	-.82751E+00
3	2	-.16380E+02	.25483E+02	3 AND	4	-.30863E+01
4	2	-.33735E+00	.89575E+01	5 AND	6	.64931E-01
5	2	-.93723E+01	.18859E+02	6 AND	7	.58624E-01
6	2	-.19626E+02	.23999E+02	7 AND	8	-.50314E+00
7	2	.23787E+00	.90289E+01	9 AND	10	.17621E+00
8	2	-.88769E+01	.16081E+02	10 AND	11	.40402E+00
9	2	-.15938E+02	.25223E+02	11 AND	12	-.25279E+00
10	2	-.84186E-01	.66490E+01	13 AND	14	-.71736E-01
11	2	-.65247E+01	.15007E+02	14 AND	15	-.12105E-01
12	2	-.14577E+02	.25563E+02	15 AND	16	-.60098E+00
13	2	.19448E-01	.84701E+01	17 AND	18	-.49587E-01
14	2	-.76752E+01	.15965E+02	18 AND	19	-.39173E+00
15	2	-.16812E+02	.24731E+02	19 AND	20	-.26440E+01
16	2	-.87024E+00	.65584E+00	21 AND	22	-.21271E+00
17	2	.43641E+00	.26359E+01	1 AND	5	.16423E+00
18	2	.39111E+00	-.84063E-01	2 AND	6	.21380E+00
19	2	.22588E+01	-.29439E+01	3 AND	7	.38593E+00
20	2	.26914E+02	.79297E+01	4 AND	8	.48323E+00
21	2	-.27008E+01	-.28471E+01	5 AND	9	-.17313E+00
22	2	.90371E-01	-.64964E+00	6 AND	10	-.20094E+00
23	2	.35056E+01	.92294E+00	7 AND	11	-.38163E+00
24	2	.21567E+02	.17649E+02	8 AND	12	-.51769E+00
25	2	.26709E+01	.20076E+01	9 AND	13	.64732E-01
26	2	.42182E+00	.10813E+01	10 AND	14	-.48882E-01
27	2	-.26614E+00	.26133E+01	11 AND	15	-.23803E+00
28	2	.12098E+02	.16835E+02	12 AND	16	-.29435E+00
29	2	-.19359E+01	.49584E-01	13 AND	17	-.19448E-01
30	2	-.11409E+01	.72636E+00	14 AND	18	.75373E-01
31	2	-.20245E+01	.18681E+01	15 AND	19	.19175E+00
32	2	.12564E+02	.27356E+02	16 AND	20	.26916E+00
33	2	-.38422E+00	.21271E+00	18 AND	21	.87024E+00
34	2	.38422E+00	-.21270E+00	19 AND	22	-.65584E+00

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

1	1	.33819E+00	.33819E+00	1 AND	2
2	1	.37381E-02	.37381E-02	2 AND	3
3	1	-.35120E+00	-.35120E+00	3 AND	4
4	1	-.40704E+01	-.40704E+01	5 AND	6
5	1	.11238E-01	.11238E-01	6 AND	7
6	1	.40770E+01	.40770E+01	7 AND	8
7	1	-.10196E+02	-.10196E+02	9 AND	10
8	1	-.41209E-01	-.41209E-01	10 AND	11
9	1	.10252E+02	.10252E+02	11 AND	12
10	1	-.38851E+00	-.38851E+00	13 AND	14
11	1	-.46081E+00	-.46081E+00	14 AND	15
12	1	.83140E+00	.83140E+00	15 AND	16
13	1	.70983E+02	.70983E+02	17 AND	18
14	1	.15432E+01	.15432E+01	18 AND	19
15	1	-.73143E+02	-.73143E+02	19 AND	20
16	1	.61053E+00	.61053E+00	21 AND	22
17	1	.39184E+00	.39184E+00	1 AND	5
18	1	.33445E+00	.33445E+00	2 AND	6
19	1	.35493E+00	.35493E+00	3 AND	7
20	1	.45585E+00	.45585E+00	4 AND	8
21	1	.44623E+01	.44623E+01	5 AND	9

22	1	-.37472E+01	-.37472E+01	6 AND	10
23	1	-.37108E+01	-.37108E+01	7 AND	11
24	1	.45329E+01	.45329E+01	8 AND	12
25	1	-.96267E+01	-.96267E+01	9 AND	13
26	1	-.13902E+02	-.13902E+02	10 AND	14
27	1	-.14004E+02	-.14004E+02	11 AND	15
28	1	-.10004E+02	-.10004E+02	12 AND	16
29	1	-.92382E+01	-.92382E+01	13 AND	17
30	1	-.13829E+02	-.13829E+02	14 AND	18
31	1	-.15297E+02	-.15297E+02	15 AND	19
32	1	-.91731E+01	-.91731E+01	16 AND	20
33	1	.55611E+02	.55611E+02	18 AND	21
34	1	.59390E+02	.59390E+02	19 AND	22

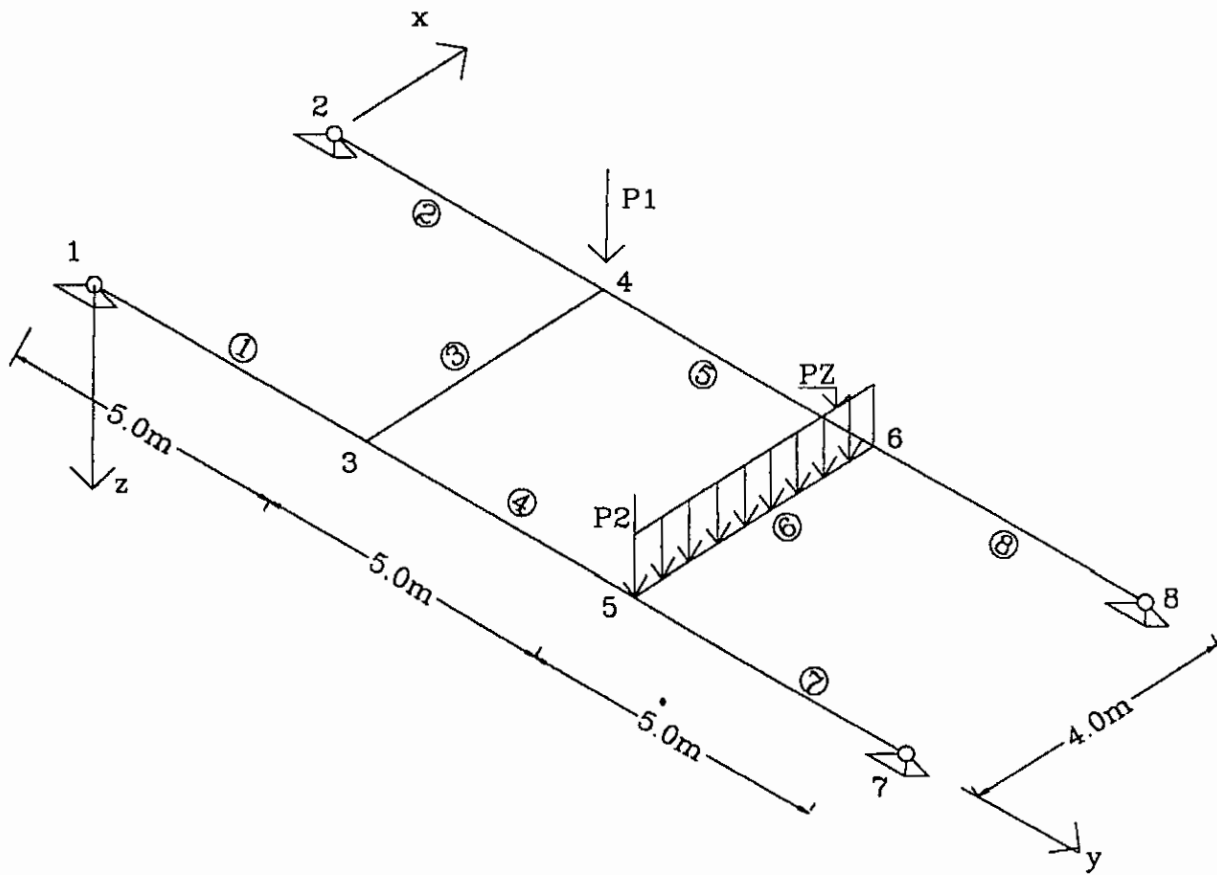
1	2	-.34902E+01	-.34902E+01	1 AND	2
2	2	-.33673E+01	-.33673E+01	2 AND	3
3	2	-.36414E+01	-.36414E+01	3 AND	4
4	2	-.34481E+01	-.34481E+01	5 AND	6
5	2	-.37946E+01	-.37946E+01	6 AND	7
6	2	-.17491E+01	-.17491E+01	7 AND	8
7	2	-.37067E+01	-.37067E+01	9 AND	10
8	2	-.28817E+01	-.28817E+01	10 AND	11
9	2	-.37143E+01	-.37143E+01	11 AND	12
10	2	-.26259E+01	-.26259E+01	13 AND	14
11	2	-.33930E+01	-.33930E+01	14 AND	15
12	2	-.43944E+01	-.43944E+01	15 AND	16
13	2	-.33958E+01	-.33958E+01	17 AND	18
14	2	-.33158E+01	-.33158E+01	18 AND	19
15	2	-.31674E+01	-.31674E+01	19 AND	20
16	2	.85760E-01	.85760E-01	21 AND	22
17	2	-.12289E+01	-.12289E+01	1 AND	5
18	2	-.12282E+00	-.12282E+00	2 AND	6
19	2	.27401E+00	.27401E+00	3 AND	7
20	2	-.13937E+02	-.13937E+02	4 AND	8
21	2	.22192E+01	.22192E+01	5 AND	9
22	2	.22371E+00	.22371E+00	6 AND	10
23	2	-.17714E+01	-.17714E+01	7 AND	11
24	2	-.15686E+02	-.15686E+02	8 AND	12
25	2	-.18714E+01	-.18714E+01	9 AND	13
26	2	-.60125E+00	-.60125E+00	10 AND	14
27	2	-.93888E+00	-.93888E+00	11 AND	15
28	2	-.11573E+02	-.11573E+02	12 AND	16
29	2	.75451E+00	.75451E+00	13 AND	17
30	2	.16583E+00	.16583E+00	14 AND	18
31	2	.62552E-01	.62552E-01	15 AND	19
32	2	-.15968E+02	-.15968E+02	16 AND	20
33	2	.85755E-01	.85755E-01	18 AND	21
34	2	-.85758E-01	-.85758E-01	19 AND	22

JOINT	LOAD-SET	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
1	1	.730027E+00	-.238419E-06	.000000E+00
2	1	.113249E-05	.536442E-06	.000000E+00
3	1	.119209E-06	.596046E-07	.154972E-05
4	1	.807049E+00	.834465E-06	-.357628E-06
5	1	.953674E-06	-.309944E-05	.000000E+00
6	1	.157356E-04	-.149012E-06	-.333786E-05
7	1	.953674E-06	.590086E-05	-.381470E-05
8	1	.476837E-06	-.292063E-05	.596046E-06
9	1	-.242845E+02	-.214577E-05	-.286102E-05
10	1	.228882E-04	.321865E-05	-.476837E-06
11	1	-.476837E-05	-.524521E-05	.381470E-05
12	1	-.247897E+02	.138283E-04	.381470E-05

13	1	-.152588E-04	-.181198E-04	-.143051E-05
14	1	.190735E-05	.104904E-04	-.228882E-04
15	1	-.200272E-04	.286102E-05	.190735E-04
16	1	-.104904E-04	-.858307E-05	.953674E-06
17	1	.802212E+02	.467300E-04	.762939E-05
18	1	-.228882E-04	-.162125E-04	.305176E-04
19	1	.801086E-04	-.991821E-04	.686646E-04
20	1	.823160E+02	.667572E-05	.953674E-05
21	1	-.550000E+02	.619888E-04	-.177622E-04
22	1	-.600001E+02	.225067E-03	.103712E-04
1	2	-.471908E+01	-.604987E-05	-.119209E-06
2	2	.101328E-04	.299513E-05	.298023E-07
3	2	-.318885E-05	-.384450E-05	.452995E-05
4	2	-.102960E+02	-.250000E+02	.300000E+02
5	2	.286102E-05	-.400841E-05	-.953674E-06
6	2	.129938E-04	-.801682E-05	.834465E-06
7	2	.166893E-04	-.438094E-05	-.953674E-06
8	2	.123978E-04	-.250000E+02	.300000E+02
9	2	-.779729E+01	-.907481E-05	-.166893E-05
10	2	.306964E-04	.191480E-05	-.181794E-05
11	2	-.512600E-05	-.521541E-05	-.572205E-05
12	2	.782730E+01	-.250000E+02	.300000E+02
13	2	.119209E-05	.573136E-05	.238419E-06
14	2	-.127852E-04	-.431389E-05	.226498E-05
15	2	.114590E-04	.113249E-05	-.143051E-05
16	2	-.572205E-05	-.250000E+02	.300000E+02
17	2	-.415033E+01	-.391155E-07	-.340492E-05
18	2	-.130311E-04	.256300E-05	-.277162E-05
19	2	.637770E-05	.238419E-05	-.628829E-05
20	2	.191353E+02	-.250000E+02	.300000E+02
21	2	.483543E-05	-.190735E-05	.186265E-05
22	2	-.227988E-05	.137091E-05	.265241E-05

-----  
 -----  
 -----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX4.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX4  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID  
 -----  
 -----

### Παράδειγμα 5ο



Στο σχήμα φαίνεται μια δοκιδωτή γέφυρα σαν εσχάρα με τη φόρτιση, τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηριξεώς της. Όλα τα μέλη κατά την διεύθυνση  $x$  έχουν ροπή αδρανείας  $0,06 \text{ m}^4$  και δείκτη αντίστασης σε στρέψη  $0,005 \text{ m}^4$ . Όλα τα μέλη κατά την διεύθυνση  $y$  έχουν ροπή αδρανείας  $0,1 \text{ m}^4$  και δείκτη αντιστάσεως σε στρέψη  $0,01 \text{ m}^4$ . Το μέτρο ελαστικότητας για όλα τα μέλη είναι  $E = 21 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$  και το μέτρο διάτμησης είναι  $G = 8 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$ .

Η εσχάρα θα επιλυθεί για την εικονιζόμενη περίπτωση φόρτισης, δηλαδή δύο κατακόρυφες συγκεντρωμένες δυνάμεις  $P_1 = 300 \text{ KN}$  και  $P_2 = 500 \text{ KN}$  εφαρμοζόμενες στους κόμβους 4 και 5 αντίστοιχα, και ένα ομοιόμορφο φορτίο  $P_z = 50 \text{ KN/m}$  στο μέλος 6.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX5 και EX5.OUT.

\*\*\* EXAMPLE 5 \*\*\*

8	8		.2100E+09	.8000E+08		
1			.0000	.0000	0	1 1
2			4.0000	.0000	0	1 1
3			.0000	5.0000	1	1 1
4			4.0000	5.0000	1	1 1
5			.0000	10.0000	1	1 1
6			4.0000	10.0000	1	1 1
7			.0000	15.0000	0	1 1
8			4.0000	15.0000	0	1 1
1	1	3	.1000E+00	.1000E-01		
2	2	4	.1000E+00	.1000E-01		
3	3	4	.6000E-01	.5000E-02		
4	3	5	.1000E+00	.1000E-01		
5	4	6	.1000E+00	.1000E-01		
6	5	6	.6000E-01	.5000E-02		
7	5	7	.1000E+00	.1000E-01		
8	6	8	.1000E+00	.1000E-01		
1						
1	2	1				
4	300.0000		.0000	.0000		
5	500.0000		.0000	.0000		
6	50.0000					

```

-----
----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----
-----
PLANE GRILLAGE LINEAR ELASTIC ANALYSIS
(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX5
-----

```

\*\*\* EXAMPLE 5 \*\*\*

JOINT AND MEMBER DATA ( 8 JOINTS 8 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

1	.000	.000	0	1	1
2	4.000	.000	0	1	1
3	.000	5.000	1	1	1
4	4.000	5.000	1	1	1
5	.000	10.000	1	1	1
6	4.000	10.000	1	1	1
7	.000	15.000	0	1	1
8	4.000	15.000	0	1	1

MEMBER CONNECTION INERTIA TORSION CONST LENGTH

1	1	TO	3	.10000E+00	.10000E-01	.50000E+01
2	2	TO	4	.10000E+00	.10000E-01	.50000E+01
3	3	TO	4	.60000E-01	.50000E-02	.40000E+01
4	3	TO	5	.10000E+00	.10000E-01	.50000E+01
5	4	TO	6	.10000E+00	.10000E-01	.50000E+01
6	5	TO	6	.60000E-01	.50000E-02	.40000E+01
7	5	TO	7	.10000E+00	.10000E-01	.50000E+01
8	6	TO	8	.10000E+00	.10000E-01	.50000E+01

ELASTIC MODULUS = .21000E+09  
SHEAR MODULUS = .80000E+08

THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

JOINT	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
4	300.0000	.0000	.0000
5	500.0000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
6	1	50.00000

\*\*\* EXAMPLE 5 \*\*\*

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 8  
NUMBER OF MEMBERS = 8  
DEGREE OF FREEDOM = 20  
WIDTH OF THE BAND = 9  
TERMS IN K-MATRIX = 180  
NO. OF LOAD CASES = 1

JOINT LOAD-SET Z-MOVEMENT X-ROTATION Y-ROTATION



1	1	.00000E+00	.31754E-03	.90409E-04
2	1	.00000E+00	.25124E-03	.90921E-04
3	1	.13873E-02	.19728E-03	.90409E-04
4	1	.10268E-02	.11356E-03	.90921E-04
5	1	.15820E-02	-.15847E-03	.14356E-03
6	1	.96430E-03	-.12592E-03	.16422E-03
7	1	.00000E+00	-.39536E-03	.14356E-03
8	1	.00000E+00	-.22633E-03	.16422E-03

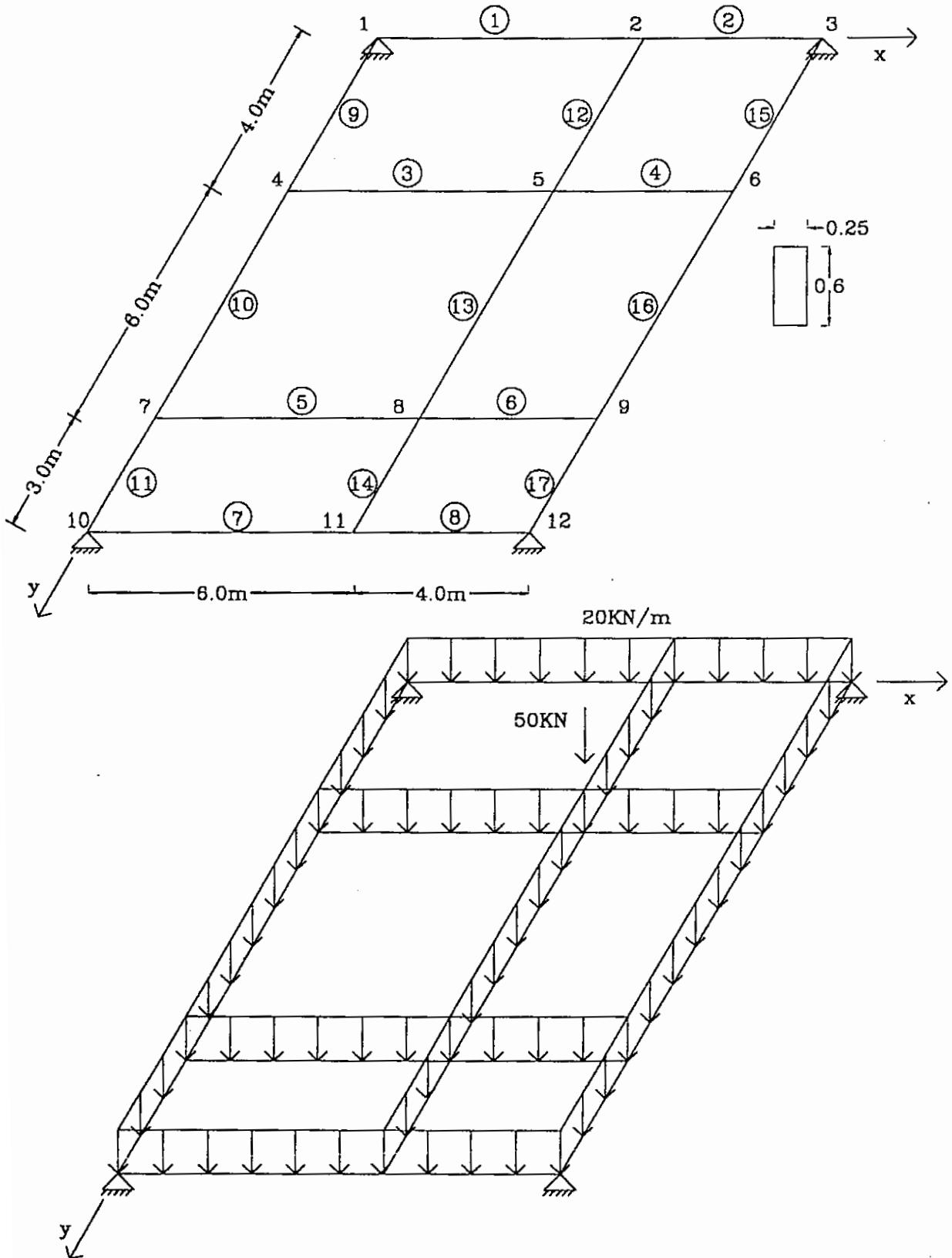
MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS		FROM JOINTS		TORQUE
1	1	-.28068E-04	.10101E+04	1 AND	3	.33528E-06
2	1	.64022E-04	.11565E+04	2 AND	4	-.38370E-06
3	1	.85051E+01	.11728E+02	3 AND	4	.83722E+01
4	1	-.10018E+04	.19866E+04	3 AND	5	-.85048E+01
5	1	-.11649E+04	.84672E+03	4 AND	6	-.11727E+02
6	1	-.85043E+01	-.11727E+02	5 AND	6	-.32557E+01
7	1	-.19899E+04	.12931E-03	5 AND	7	.71712E-05
8	1	-.84347E+03	-.27992E-04	6 AND	8	-.28908E-05

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED SHEARS		FROM JOINTS	
1	1	-.20203E+03	-.20203E+03	1 AND	3
2	1	-.23131E+03	-.23131E+03	2 AND	4
3	1	-.50582E+01	-.50582E+01	3 AND	4
4	1	-.19697E+03	-.19697E+03	3 AND	5
5	1	.63636E+02	.63636E+02	4 AND	6
6	1	-.94942E+02	.10506E+03	5 AND	6
7	1	.39797E+03	.39797E+03	5 AND	7
8	1	.16869E+03	.16869E+03	6 AND	8

JOINT	LOAD-SET	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
1	1	-.202027E+03	.280682E-04	.335276E-06
2	1	-.231306E+03	-.640219E-04	-.383705E-06
3	1	-.305176E-03	-.610352E-04	.286102E-03
4	1	.300001E+03	.000000E+00	.581741E-03
5	1	.500000E+03	.122070E-03	.457305E-03
6	1	-.289917E-03	.793457E-03	.393838E-03
7	1	-.397973E+03	-.129312E-03	-.717118E-05
8	1	-.168694E+03	.279918E-04	.289083E-05

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX5.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX5  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 60



Στο σχήμα φαίνεται μια εσχάρα με τη φόρτιση, τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηριξεώς της. Όλα τα μέλη της έχουν ροπή αδρανείας  $0,0045 \text{ m}^4$  και δείκτη αντίστασης σε στρέψη  $0,00227 \text{ m}^4$ . Για όλα τα μέλη το μέτρο ελαστικότητας  $E = 21 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$  και το μέτρο διάτμησης είναι  $G = 8,4 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$ .

Η εσχάρα θα επιλυθεί για την ακόλουθη περίπτωση φόρτισης: Ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία  $20 \text{ KN/m}$  σε όλα τα μέλη και επικόμβια συγκεντρωμένη δύναμη  $50 \text{ KN}$  στον κόμβο 5.

Οι δεσμεύσεις (συνοριακές συνθήκες) για τους κόμβους 1, 3, 10, 12, είναι απλές εδράσεις.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX6 και EX6.OUT.

\*\*\* EXAMPLE 6 \*\*\*

12	17	.2100E+08	.8400E+07			
1		.0000	.0000	0	1	1
2		6.0000	.0000	1	1	1
3		10.0000	.0000	0	1	1
4		.0000	4.0000	1	1	1
5		6.0000	4.0000	1	1	1
6		10.0000	4.0000	1	1	1
7		.0000	10.0000	1	1	1
8		6.0000	10.0000	1	1	1
9		10.0000	10.0000	1	1	1
10		.0000	13.0000	0	1	1
11		6.0000	13.0000	1	1	1
12		10.0000	13.0000	0	1	1

1	1	2	.4500E-02	.2270E-02
2	2	3	.4500E-02	.2270E-02
3	4	5	.4500E-02	.2270E-02
4	5	6	.4500E-02	.2270E-02
5	7	8	.4500E-02	.2270E-02
6	8	9	.4500E-02	.2270E-02
7	10	11	.4500E-02	.2270E-02
8	11	12	.4500E-02	.2270E-02
9	1	4	.4500E-02	.2270E-02
10	4	7	.4500E-02	.2270E-02
11	7	10	.4500E-02	.2270E-02
12	2	5	.4500E-02	.2270E-02
13	5	8	.4500E-02	.2270E-02
14	8	11	.4500E-02	.2270E-02
15	3	6	.4500E-02	.2270E-02
16	6	9	.4500E-02	.2270E-02
17	9	12	.4500E-02	.2270E-02

1				
1	1	17		
5	50.0000		.0000	.0000
1	20.0000			
2	20.0000			
3	20.0000			
4	20.0000			
5	20.0000			
6	20.0000			
7	20.0000			
8	20.0000			
9	20.0000			
10	20.0000			
11	20.0000			
12	20.0000			
13	20.0000			
14	20.0000			
15	20.0000			
16	20.0000			
17	20.0000			

-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE GRILLAGE LINEAR ELASTIC ANALYSIS  
 (ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX6  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 6 \*\*\*

-----  
 JOINT AND MEMBER DATA ( 12 JOINTS 17 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS
1	.000	.000	0 1 1
2	6.000	.000	1 1 1
3	10.000	.000	0 1 1
4	.000	4.000	1 1 1
5	6.000	4.000	1 1 1
6	10.000	4.000	1 1 1
7	.000	10.000	1 1 1
8	6.000	10.000	1 1 1
9	10.000	10.000	1 1 1
10	.000	13.000	0 1 1
11	6.000	13.000	1 1 1
12	10.000	13.000	0 1 1

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	TORSION CONST	LENGTH
1	1 TO 2	.45000E-02	.22700E-02	.60000E+01
2	2 TO 3	.45000E-02	.22700E-02	.40000E+01
3	4 TO 5	.45000E-02	.22700E-02	.60000E+01
4	5 TO 6	.45000E-02	.22700E-02	.40000E+01
5	7 TO 8	.45000E-02	.22700E-02	.60000E+01
6	8 TO 9	.45000E-02	.22700E-02	.40000E+01
7	10 TO 11	.45000E-02	.22700E-02	.60000E+01
8	11 TO 12	.45000E-02	.22700E-02	.40000E+01
9	1 TO 4	.45000E-02	.22700E-02	.40000E+01
10	4 TO 7	.45000E-02	.22700E-02	.60000E+01
11	7 TO 10	.45000E-02	.22700E-02	.30000E+01
12	2 TO 5	.45000E-02	.22700E-02	.40000E+01
13	5 TO 8	.45000E-02	.22700E-02	.60000E+01
14	8 TO 11	.45000E-02	.22700E-02	.30000E+01
15	3 TO 6	.45000E-02	.22700E-02	.40000E+01
16	6 TO 9	.45000E-02	.22700E-02	.60000E+01
17	9 TO 12	.45000E-02	.22700E-02	.30000E+01

ELASTIC MODULUS = .21000E+08  
 SHEAR MODULUS = .84000E+07

-----  
 THERE ARE 1 LOAD CASES  
 -----

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 1 LOADED JOINTS

JOINT	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
5	50.0000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 17 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
1	1	20.00000
2	1	20.00000
3	1	20.00000

4	1	20.00000
5	1	20.00000
6	1	20.00000
7	1	20.00000
8	1	20.00000
9	1	20.00000
10	1	20.00000
11	1	20.00000
12	1	20.00000
13	1	20.00000
14	1	20.00000
15	1	20.00000
16	1	20.00000
17	1	20.00000

\*\*\* EXAMPLE 6 \*\*\*

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 12  
NUMBER OF MEMBERS = 17  
DEGREE OF FREEDOM = 32  
WIDTH OF THE BAND = 12  
TERMS IN K-MATRIX = 384  
NO. OF LOAD CASES = 1

JOINT	LOAD-SET	Z-MOVEMENT	X-ROTATION	Y-ROTATION
1	1	.00000E+00	.35084E-01	-.16727E-01
2	1	.55077E-01	.28392E-01	.49633E-02
3	1	.00000E+00	.34189E-01	.18098E-01
4	1	.11909E+00	.19264E-01	-.10437E-01
5	1	.14842E+00	.14820E-01	.33455E-02
6	1	.11623E+00	.18777E-01	.11035E-01
7	1	.96555E-01	-.25628E-01	-.10542E-01
8	1	.12633E+00	-.20618E-01	.33179E-02
9	1	.94138E-01	-.24994E-01	.11068E-01
10	1	.00000E+00	-.35398E-01	-.15410E-01
11	1	.50613E-01	-.28095E-01	.45903E-02
12	1	.00000E+00	-.34450E-01	.16595E-01

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TORQUE
1	1	.29983E+02	.59324E+03	1 AND 2 .21269E+02
2	1	-.60095E+03	-.33669E+02	2 AND 3 -.27635E+02
3	1	-.30315E+02	.28385E+03	4 AND 5 .14122E+02
4	1	-.27622E+03	.33772E+02	5 AND 6 -.18862E+02
5	1	-.30606E+02	.28598E+03	7 AND 8 -.15921E+02
6	1	-.27781E+03	.35029E+02	8 AND 9 .20861E+02
7	1	.30938E+02	.54093E+03	10 AND 11 -.23208E+02
8	1	-.54902E+03	-.35133E+02	11 AND 12 .30294E+02
9	1	.21269E+02	.71542E+03	1 AND 4 -.29983E+02
10	1	-.70130E+03	.59281E+03	4 AND 7 .33219E+00
11	1	-.60873E+03	-.23208E+02	7 AND 10 .30938E+02
12	1	-.48904E+02	.53900E+03	2 AND 5 .77121E+01
13	1	-.57198E+03	.42434E+03	5 AND 8 .87681E-01
14	1	-.38755E+03	.53503E+02	8 AND 11 -.80872E+01
15	1	.27636E+02	.70250E+03	3 AND 6 .33669E+02
16	1	-.68364E+03	.57517E+03	6 AND 9 -.10332E+00
17	1	-.59603E+03	-.30295E+02	9 AND 12 -.35133E+02

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

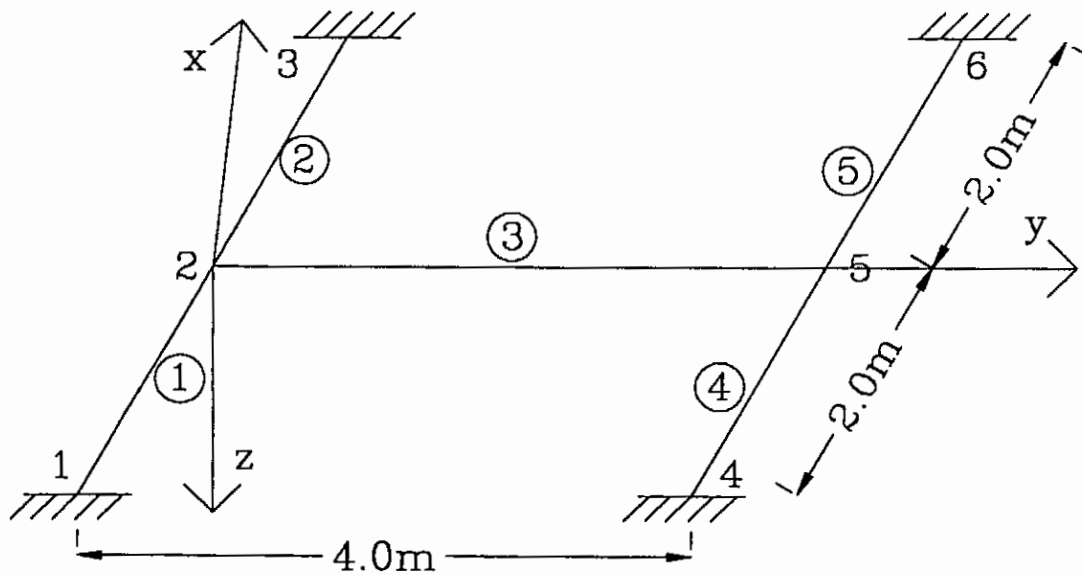
1	1	-.16387E+03	-.43870E+02	1 AND	2
2	1	.11865E+03	.19865E+03	2 AND	3
3	1	-.10226E+03	.17745E+02	4 AND	5
4	1	.20613E+02	.10061E+03	5 AND	6
5	1	-.10256E+03	.17437E+02	7 AND	8
6	1	.20694E+02	.10069E+03	8 AND	9
7	1	-.15531E+03	-.35312E+02	10 AND	11
8	1	.10604E+03	.18604E+03	11 AND	12
9	1	-.22417E+03	-.14417E+03	1 AND	4
10	1	-.41918E+02	.78082E+02	4 AND	7
11	1	.18065E+03	.24065E+03	7 AND	10
12	1	-.16252E+03	-.82524E+02	2 AND	5
13	1	-.35392E+02	.84608E+02	5 AND	8
14	1	.81351E+02	.14135E+03	8 AND	11
15	1	-.22253E+03	-.14253E+03	3 AND	6
16	1	-.41921E+02	.78079E+02	6 AND	9
17	1	.17877E+03	.23877E+03	9 AND	12

JOINT    LOAD-SET      VERTICAL FORCE      MOMENT ABT.X-X      MOMENT ABT.Y-Y

1	1	-.388043E+03	.249863E-03	.915527E-04
2	1	.152588E-04	-.207901E-03	-.102043E-03
3	1	-.421189E+03	-.276566E-03	.419617E-04
4	1	-.198364E-03	.488281E-03	.943244E-04
5	1	.500002E+02	.000000E+00	.636429E-04
6	1	.648499E-03	.122070E-03	-.265919E-03
7	1	.640869E-03	-.976563E-03	.221252E-03
8	1	-.404358E-03	-.427246E-03	.136375E-03
9	1	.305176E-04	-.305176E-03	-.469208E-03
10	1	-.395957E+03	-.932693E-03	.194550E-03
11	1	-.373840E-03	-.137329E-03	.123024E-03
12	1	-.424812E+03	.284195E-03	-.148773E-03

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX6.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX6  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

### Παράδειγμα 7ο



Στο σχήμα φαίνεται μια εσχάρα με τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηρίξεώς της. Όλα τα μέλη έχουν ροπή αδραειας  $0,0213 \text{ m}^4$  και στρεπτική αντίσταση  $0,0204 \text{ m}^4$ . Για όλα τα μέλη το μέτρο ελαστικότητας  $E = 21 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$  και το μέτρο διάτμησης  $G = E / 2,2 = 9,545 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$ .

Η εσχάρα θα επιλυθεί για την ακόλουθη φόρτιση:  
Ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο  $10 \text{ KN/m}$  σε όλα τα μέλη.

Οι δεσμεύσεις για τους κόμβους 1, 3, 4, 6, είναι πακτώσεις.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX7 και EX7.OUT.

Η επίλυσή του με την μέθοδο των παραμορφώσεων (κλασική μέθοδος με το χέρι) υπάρχει στο βιβλίο του K. Hirschfeld [10]. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων, και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.



\*\*\* EXAMPLE 7 \*\*\*

6	5	.2100E+08	.9545E+07			
1		-1.0000	-1.7320	0	0	0
2		.0000	.0000	1	1	1
3		1.0000	1.7320	0	0	0
4		-1.0000	2.2680	0	0	0
5		.0000	4.0000	1	1	1
6		1.0000	5.7320	0	0	0
1	1	2	.2130E-01	.2040E-01		
2	2	3	.2130E-01	.2040E-01		
3	2	5	.2130E-01	.2040E-01		
4	4	5	.2130E-01	.2040E-01		
5	5	6	.2130E-01	.2040E-01		
1						
1	0	5				
1		10.0000				
2		10.0000				
3		10.0000				
4		10.0000				
5		10.0000				

-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE GRILLAGE LINEAR ELASTIC ANALYSIS  
 (ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX7  
 -----  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 7 \*\*\*

-----  
 JOINT AND MEMBER DATA ( 6 JOINTS 5 MEMBERS)  
 -----

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS		
1	-1.000	-1.732	0	0	0
2	.000	.000	1	1	1
3	1.000	1.732	0	0	0
4	-1.000	2.268	0	0	0
5	.000	4.000	1	1	1
6	1.000	5.732	0	0	0

MEMBER	CONNECTION		INERTIA	TORSION	CONST	LENGTH
1	1	TO 2	.21300E-01	.20400E-01		.20000E+01
2	2	TO 3	.21300E-01	.20400E-01		.20000E+01
3	2	TO 5	.21300E-01	.20400E-01		.40000E+01
4	4	TO 5	.21300E-01	.20400E-01		.20000E+01
5	5	TO 6	.21300E-01	.20400E-01		.20000E+01

ELASTIC MODULUS = .21000E+08  
 SHEAR MODULUS = .95450E+07  
 -----

THERE ARE 1 LOAD CASES  
 -----

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED JOINTS  
 -----

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 5 LOADED MEMBERS  
 -----

MEMBER	LOAD-SET	U.D. LOADING
1	1	10.00000
2	1	10.00000
3	1	10.00000
4	1	10.00000
5	1	10.00000

\*\*\* EXAMPLE 7 \*\*\*

-----  
 RESULTS OF ANALYSIS  
 -----

NUMBER OF JOINTS = 6  
 NUMBER OF MEMBERS = 5  
 DEGREE OF FREEDOM = 6  
 WIDTH OF THE BAND = 6  
 TERMS IN K-MATRIX = 36  
 NO. OF LOAD CASES = 1

JOINT	LOAD-SET	Z-MOVEMENT	X-ROTATION	Y-ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.29806E-04	.14429E-04	.14423E-04
3	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
4	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

5	1	.29806E-04	-.14429E-04	-.14423E-04
6	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

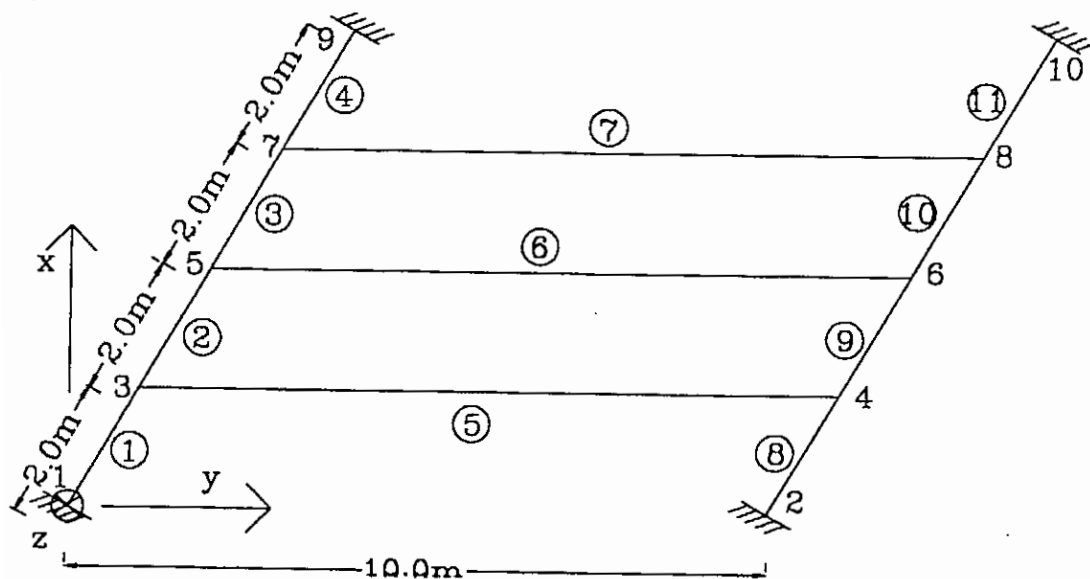
MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS		FROM JOINTS		TORQUE
1	1	.20969E+02	.11939E+02	1 AND	2	-.19186E+01
2	1	-.21393E+02	-.25696E+02	2 AND	3	.19186E+01
3	1	.10106E+02	-.10106E+02	2 AND	5	.14043E+01
4	1	.25696E+02	.21393E+02	4 AND	5	.19186E+01
5	1	-.11939E+02	-.20969E+02	5 AND	6	-.19186E+01

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED SHEARS		FROM JOINTS	
1	1	-.26454E+02	-.64545E+01	1 AND	2
2	1	.13545E+02	.33545E+02	2 AND	3
3	1	-.20000E+02	.20000E+02	2 AND	5
4	1	-.33545E+02	-.13545E+02	4 AND	5
5	1	.64545E+01	.26454E+02	5 AND	6

JOINT	LOAD-SET	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
1	1	-.264541E+02	-.191188E+02	.882318E+01
2	1	-.381470E-05	-.190735E-05	.298023E-05
3	1	-.335450E+02	.212940E+02	-.145099E+02
4	1	-.335450E+02	-.212940E+02	.145099E+02
5	1	-.953674E-05	-.333786E-05	-.834465E-06
6	1	-.264541E+02	.191188E+02	-.882318E+01

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX7.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX7  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 8ο



Στο σχήμα φαίνεται μια εσχάρα σε κάτοψη με τις διαστάσεις και τις συνθήκες στηρίξεώς της. Όλα τα εγκάρσια μέλη της έχουν ροπή αδρανείας  $0,0417 \text{ m}^4$  και στρεπτική αντίσταση  $0,0286 \text{ m}^4$ , ενώ όλα τα μέλη της κατά τη διεύθυνση  $y$  έχουν ροπή αδρανείας  $0,017 \text{ m}^4$  και στρεπτική αντίσταση  $0,0117 \text{ m}^4$ . Το μέτρο ελαστικότητας είναι  $E = 21 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$  και το μέτρο διάτμησης είναι  $G = E / 2,2 = 9,545 \cdot 10^6 \text{ KN/m}^2$ .

Η εσχάρα θα επιλυθεί για την ακόλουθη περίπτωση φόρτισης : Ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο σε όλα τα μέλη  $10 \text{ KN/m}$ .

Οι δεσμεύσεις για τους κόμβους 1, 2, 9, 10, είναι πακτώσεις.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παρόντος παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX8 και EX8.OUT.

Η επίλυσή του με την μέθοδο των παραμορφώσεων (κλασική μέθοδος με το χέρι) υπάρχει στο βιβλίο του K. Hirschfeld [10]. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων, και αυτά ευρέθησαν σε εξαιρετική συμφωνία μεταξύ τους.

\*\*\* EXAMPLE 8 \*\*\*

10	11	.2100E+08	.9545E+07			
1		.0000	.0000	0	0	0
2		.0000	10.0000	0	0	0
3		1.4142	1.4142	1	1	1
4		1.4142	11.4142	1	1	1
5		2.8284	2.8284	1	1	1
6		2.8284	12.8284	1	1	1
7		4.2426	4.2426	1	1	1
8		4.2426	14.2426	1	1	1
9		5.6568	5.6568	0	0	0
10		5.6568	15.6568	0	0	0
1	1	3	.4170E-01	.2860E-01		
2	3	5	.4170E-01	.2860E-01		
3	5	7	.4170E-01	.2860E-01		
4	7	9	.4170E-01	.2860E-01		
5	3	4	.1710E-01	.1170E-01		
6	5	6	.1710E-01	.1170E-01		
7	7	8	.1710E-01	.1170E-01		
8	2	4	.4170E-01	.2860E-01		
9	4	6	.4170E-01	.2860E-01		
10	6	8	.4170E-01	.2860E-01		
11	8	10	.4170E-01	.2860E-01		
1						
1	0	11				
1		10.0000				
2		10.0000				
3		10.0000				
4		10.0000				
5		10.0000				
6		10.0000				
7		10.0000				
8		10.0000				
9		10.0000				
10		10.0000				
11		10.0000				

```

-----
----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----
----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----
-----
PLANE GRILLAGE LINEAR ELASTIC ANALYSIS
(ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)
THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX8
-----
-----

```

\*\*\* EXAMPLE 8 \*\*\*

JOINT AND MEMBER DATA ( 10 JOINTS 11 MEMBERS)

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS
1	.000	.000	0 0 0
2	.000	10.000	0 0 0
3	1.414	1.414	1 1 1
4	1.414	11.414	1 1 1
5	2.828	2.828	1 1 1
6	2.828	12.828	1 1 1
7	4.243	4.243	1 1 1
8	4.243	14.243	1 1 1
9	5.657	5.657	0 0 0
10	5.657	15.657	0 0 0

MEMBER CONNECTION INERTIA TORSION CONST LENGTH

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	TORSION	CONST	LENGTH
1	1 TO 3	.41700E-01	.28600E-01		.20000E+01
2	3 TO 5	.41700E-01	.28600E-01		.20000E+01
3	5 TO 7	.41700E-01	.28600E-01		.20000E+01
4	7 TO 9	.41700E-01	.28600E-01		.20000E+01
5	3 TO 4	.17100E-01	.11700E-01		.10000E+02
6	5 TO 6	.17100E-01	.11700E-01		.10000E+02
7	7 TO 8	.17100E-01	.11700E-01		.10000E+02
8	2 TO 4	.41700E-01	.28600E-01		.20000E+01
9	4 TO 6	.41700E-01	.28600E-01		.20000E+01
10	6 TO 8	.41700E-01	.28600E-01		.20000E+01
11	8 TO 10	.41700E-01	.28600E-01		.20000E+01

ELASTIC MODULUS = .21000E+08  
SHEAR MODULUS = .95450E+07

THERE ARE 1 LOAD CASES

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 0 LOADED JOINTS

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 11 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D. LOADING
1	1	10.00000
2	1	10.00000
3	1	10.00000
4	1	10.00000
5	1	10.00000
6	1	10.00000
7	1	10.00000
8	1	10.00000
9	1	10.00000
10	1	10.00000
11	1	10.00000

\*\*\* EXAMPLE 8 \*\*\*

-----  
 RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 10  
 NUMBER OF MEMBERS = 11  
 DEGREE OF FREEDOM = 18  
 WIDTH OF THE BAND = 9  
 TERMS IN K-MATRIX = 162  
 NO. OF LOAD CASES = 1

JOINT	LOAD-SET	Z-MOVEMENT	X-ROTATION	Y-ROTATION
1	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
3	1	.21894E-03	.37281E-03	.15016E-03
4	1	.23511E-03	-.22273E-03	-.41613E-03
5	1	.40077E-03	.38690E-03	.36743E-03
6	1	.40077E-03	-.38690E-03	-.36743E-03
7	1	.23511E-03	.22273E-03	.41613E-03
8	1	.21894E-03	-.37281E-03	-.15016E-03
9	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
10	1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TORQUE
1	1	.15306E+03	.85264E+01 1 AND 3	-.50476E+02
2	1	-.45616E+02	.73532E+02 3 AND 5	-.22330E+02
3	1	-.11861E+03	.65310E+01 5 AND 7	.11144E+02
4	1	-.65992E+02	-.19242E+03 7 AND 9	.61661E+02
5	1	.46128E+02	-.77767E+02 3 AND 4	.63242E+01
6	1	.55546E+02	-.55546E+02 5 AND 6	.82067E+01
7	1	.77767E+02	-.46128E+02 7 AND 8	.63242E+01
8	1	.19242E+03	.65992E+02 2 AND 4	.61661E+02
9	1	-.65309E+01	.11861E+03 4 AND 6	.11144E+02
10	1	-.73532E+02	.45616E+02 6 AND 8	-.22330E+02
11	1	-.85265E+01	-.15306E+03 8 AND 10	-.50476E+02

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED SHEARS	FROM JOINTS
1	1	-.90794E+02	-.70794E+02 1 AND 3
2	1	-.23958E+02	-.39585E+01 3 AND 5
3	1	.46041E+02	.66041E+02 5 AND 7
4	1	.11921E+03	.13920E+03 7 AND 9
5	1	-.46836E+02	.53164E+02 3 AND 4
6	1	-.50000E+02	.50000E+02 5 AND 6
7	1	-.53164E+02	.46836E+02 7 AND 8
8	1	-.13920E+03	-.11921E+03 2 AND 4
9	1	-.66041E+02	-.46041E+02 4 AND 6
10	1	.39586E+01	.23958E+02 6 AND 8
11	1	.70795E+02	.90794E+02 8 AND 10

JOINT	LOAD-SET	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
1	1	-.907943E+02	-.143922E+03	.725388E+02
2	1	-.139205E+03	-.924571E+02	.179659E+03
3	1	.381470E-05	-.228882E-04	.252724E-04
4	1	-.219345E-04	.450611E-04	.472069E-04
5	1	-.801086E-04	-.457764E-04	-.762939E-05
6	1	.743866E-04	.125885E-03	-.317097E-04
7	1	.141144E-03	-.915527E-04	-.333786E-04
8	1	.133514E-04	.134230E-03	-.827312E-04



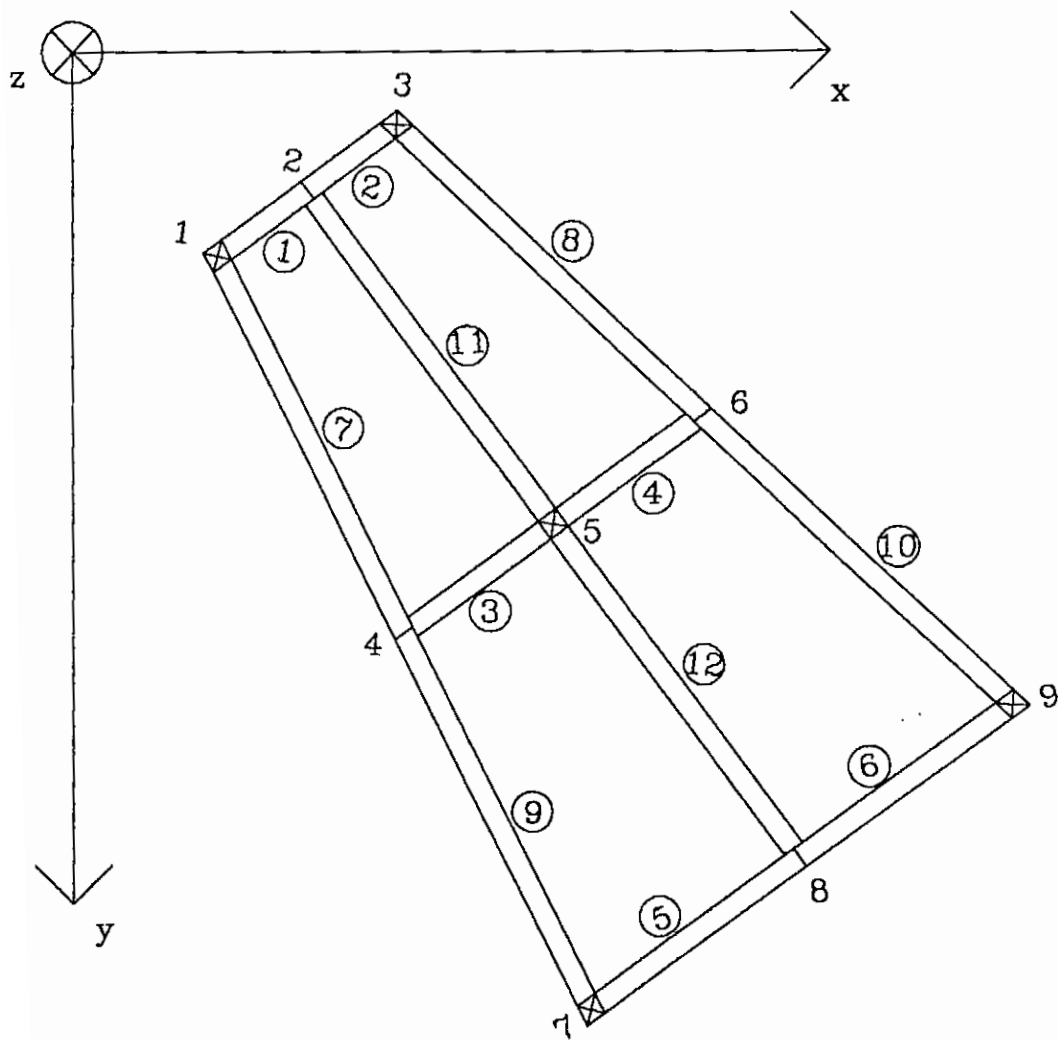
9	1	-.139205E+03	.924571E+02	-.179659E+03
10	1	-.907944E+02	.143922E+03	-.725388E+02

-----  
-----  
-----

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX8.OUT  
REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX8  
BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

-----

Παράδειγμα 9ο



Στο σχήμα φαίνεται μια εσχάρα σε κάτοψη. Τα μέλη 1 έως 6 έχουν ροπή αδρανείας  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$  και στρεπτική αντίσταση  $0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ . Τα μέλη 7 έως 10 έχουν ροπή αδρανείας  $0,1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^4$  και στρεπτική αντίσταση  $0,1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$ . Τα μέλη 11 και 12 έχουν ροπή αδρανείας  $0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$  και στρεπτική αντίσταση  $0,1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$ . Για όλα τα μέλη το μέτρο ελαστικότητας είναι  $E = 20 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$  και το μέτρο διάτμησης  $G = 8 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$ .

Η εσχάρα θα επιλυθεί για τις ακόλουθες τρεις περιπτώσεις φόρτισης:

- α) Δύο κατακόρυφες συγκεντρωμένες δυνάμεις 60 KN και 40 KN στους κόμβους 4 και 8 αντίστοιχα, και δύο ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία 10 KN/m και 15 KN/m στα μέλη 7 και 12 αντίστοιχα.
- β) Δύο κατακόρυφες συγκεντρωμένες δυνάμεις 40 KN και 60 KN στους κόμβους 2 και 6 αντίστοιχα, και δύο ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία 10 KN/m και 15 KN/m στα μέλη 8 και 11 αντίστοιχα.
- γ) Τέσσερις κατακόρυφες συγκεντρωμένες δυνάμεις : 60 KN στους κόμβους 4 και 6 και 40 KN στους κόμβους 2 και 8, και τέσσερα ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία : 10 KN/m στα μέλη 7 και 8 και 15 KN/m στα μέλη 11 και 12.

Οι δεσμεύσεις για τους κόμβους 1, 3, 7 και 9 είναι απλές εδράσεις.

Στην αρχή των μελών 7, 8 και 11 και στο τέλος των μελών 11 και 12 δεν παραλαμβάνονται καμπτικές ροπές.

Το παρόν παράδειγμα επιλύθηκε και για συνδυασμούς των παραπάνω φορτίσεων, όπου φαίνεται ότι ο συνδυασμός των φορτίσεων α και β δίνει, προφανώς, ίδια αποτελέσματα με εκείνα της φόρτισης γ.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX9 και EX9.OUT.

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

9	12	.2000E+09	.8000E+08			
1		2.0000	5.0000	0	1	1
2		3.5000	3.5000	1	1	1
3		5.0000	2.0000	0	1	1
4		5.0000	9.0000	1	1	1
5		7.0000	7.0000	1	1	1
6		9.0000	5.0000	1	1	1
7		8.0000	13.0000	0	1	1
8		10.5000	10.5000	1	1	1
9		13.0000	8.0000	0	1	1
1	1	2	.50000E-03	.50000E-06		
2	2	3	.50000E-03	.50000E-06		
3	4	5	.50000E-03	.50000E-06		
4	5	6	.50000E-03	.50000E-06		
5	7	8	.50000E-03	.50000E-06		
6	8	9	.50000E-03	.50000E-06		
7	-1	4	.10000E-02	.10000E-05		
8	-3	6	.10000E-02	.10000E-05		
9	4	7	.10000E-02	.10000E-05		
10	6	9	.10000E-02	.10000E-05		
11	-2	-5	.20000E-03	.10000E-05		
12	5	-8	.20000E-03	.10000E-05		
3						
1	2	2				
4		60.0000	.0000	.0000		
8		40.0000	.0000	.0000		
7		10.0000				
12		15.0000				
2	2	2				
6		60.0000	.0000	.0000		
2		40.0000	.0000	.0000		
8		10.0000				
11		15.0000				
3	4	4				
4		60.0000	.0000	.0000		
6		60.0000	.0000	.0000		
8		40.0000	.0000	.0000		
2		40.0000	.0000	.0000		
7		10.0000				
8		10.0000				
11		15.0000				
12		15.0000				

-----  
 EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM  
 -----

ACADEMIC YEAR 1995-1996  
 -----

PLANE GRILLAGE LINEAR ELASTIC ANALYSIS  
 (ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX9  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*  
 -----

JOINT AND MEMBER DATA ( 9 JOINTS 12 MEMBERS)  
 -----

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS
1	2.000	5.000	0 1 1
2	3.500	3.500	1 1 1
3	5.000	2.000	0 1 1
4	5.000	9.000	1 1 1
5	7.000	7.000	1 1 1
6	9.000	5.000	1 1 1
7	8.000	13.000	0 1 1
8	10.500	10.500	1 1 1
9	13.000	8.000	0 1 1

MEMBER CONNECTION INERTIA TORSION CONST LENGTH

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	TORSION	CONST	LENGTH
1	1 TO 2	.50000E-03	.50000E-06		.21213E+01
2	2 TO 3	.50000E-03	.50000E-06		.21213E+01
3	4 TO 5	.50000E-03	.50000E-06		.28284E+01
4	5 TO 6	.50000E-03	.50000E-06		.28284E+01
5	7 TO 8	.50000E-03	.50000E-06		.35355E+01
6	8 TO 9	.50000E-03	.50000E-06		.35355E+01
7	-1 TO 4	.10000E-02	.10000E-05		.50000E+01
8	-3 TO 6	.10000E-02	.10000E-05		.50000E+01
9	4 TO 7	.10000E-02	.10000E-05		.50000E+01
10	6 TO 9	.10000E-02	.10000E-05		.50000E+01
11	-2 TO -5	.20000E-03	.10000E-05		.49497E+01
12	5 TO -8	.20000E-03	.10000E-05		.49497E+01

ELASTIC MODULUS = .20000E+09  
 SHEAR MODULUS = .80000E+08  
 -----

THERE ARE 3 LOAD CASES  
 -----

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

JOINT	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
4	60.0000	.0000	.0000
8	40.0000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 2 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
7	1	10.00000
12	1	15.00000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 2 LOADED JOINTS

JOINT	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
6	60.0000	.0000	.0000
2	40.0000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 2 THERE ARE 2 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
8	2	10.00000
11	2	15.00000

-----  
 IN LOAD-SET 3 THERE ARE 4 LOADED JOINTS

JOINT	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
4	60.0000	.0000	.0000
6	60.0000	.0000	.0000
8	40.0000	.0000	.0000
2	40.0000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 3 THERE ARE 4 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
7	3	10.00000
8	3	10.00000
11	3	15.00000
12	3	15.00000

-----  
 \*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*  
 -----

RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 9  
 NUMBER OF MEMBERS = 12  
 DEGREE OF FREEDOM = 23  
 WIDTH OF THE BAND = 12  
 TERMS IN K-MATRIX = 276  
 NO. OF LOAD CASES = 3

JOINT	LOAD-SET	Z-MOVEMENT	X-ROTATION	Y-ROTATION
1	1	.00000E+00	.33485E-02	-.33483E-02
2	1	.15389E-07	.34877E-02	-.34877E-02
3	1	.00000E+00	.36325E-02	-.36323E-02
4	1	.11436E-01	.47405E-03	.84887E-03
5	1	.80879E-02	.21819E-02	.19278E-03
6	1	.19373E-02	.19574E-02	.14679E-02
7	1	.00000E+00	-.38640E-02	.45739E-03
8	1	.56787E-02	-.11658E-02	.11659E-02
9	1	.00000E+00	.15317E-02	.18754E-02
1	2	.00000E+00	-.10337E-02	-.19355E-03
2	2	.12270E-02	-.56179E-03	.56179E-03
3	2	.00000E+00	-.90976E-04	.13178E-02
4	2	.19362E-02	-.14671E-02	-.19559E-02
5	2	.80844E-02	-.23406E-02	-.34032E-04
6	2	.11435E-01	-.85033E-03	-.47487E-03
7	2	.00000E+00	-.41555E-03	.41405E-03
8	2	.17342E-05	-.14088E-02	.14088E-02
9	2	.00000E+00	-.24031E-02	.24041E-02
1	3	.00000E+00	.23148E-02	-.35419E-02
2	3	.12270E-02	.29259E-02	-.29259E-02
3	3	.00000E+00	.35415E-02	-.23145E-02
4	3	.13372E-01	-.99308E-03	-.11071E-02
5	3	.16172E-01	-.15874E-03	.15874E-03
6	3	.13372E-01	.11071E-02	.99308E-03
7	3	.00000E+00	-.42796E-02	.87144E-03
8	3	.56804E-02	-.25746E-02	.25746E-02
9	3	.00000E+00	-.87144E-03	.42796E-02

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS		FROM JOINTS		TORQUE
1	1	.25858E-01	.14272E-01	1 AND	2	-.37154E-02
2	1	.12903E-01	.27210E-01	2 AND	3	-.38582E-02
3	1	-.76893E-01	.52509E+02	4 AND	5	-.23639E-01
4	1	-.52563E+02	-.27188E-01	5 AND	6	.14996E-01
5	1	.44905E-01	.13631E+03	7 AND	8	-.15918E-01
6	1	-.13629E+03	-.72257E-03	8 AND	9	-.15904E-01
7	1	.00000E+00	.25882E+03	1 AND	4	-.26129E-01
8	1	.00000E+00	.46486E+02	3 AND	6	-.27521E-01
9	1	-.25886E+03	-.94551E-02	4 AND	7	.46657E-01
10	1	-.46497E+02	.15843E-01	6 AND	9	.15368E-02
11	1	.00000E+00	.00000E+00	2 AND	5	-.27139E-01
12	1	.38654E-01	.00000E+00	5 AND	8	.27138E-01
1	2	-.26452E-01	.81788E+02	1 AND	2	.37795E-02
2	2	-.81815E+02	-.26657E-01	2 AND	3	.38027E-02
3	2	.71865E-01	.52494E+02	4 AND	5	.27954E-01
4	2	-.52440E+02	.32294E-01	5 AND	6	-.19311E-01
5	2	-.38555E-01	.19806E-01	7 AND	8	.15904E-01
6	2	-.46942E-01	-.55808E-02	8 AND	9	.15917E-01
7	2	.00000E+00	.46486E+02	1 AND	4	.26720E-01
8	2	.00000E+00	.25882E+03	3 AND	6	.26929E-01
9	2	-.46448E+02	.10301E-01	4 AND	7	-.40431E-01
10	2	-.25881E+03	-.14977E-01	6 AND	9	-.77624E-02
11	2	.00000E+00	.00000E+00	2 AND	5	.27139E-01
12	2	-.47268E-01	.00000E+00	5 AND	8	-.27138E-01
1	3	-.56597E-03	.81802E+02	1 AND	2	.64158E-04
2	3	-.81802E+02	.59491E-03	2 AND	3	-.55540E-04
3	3	-.51452E-02	.10500E+03	4 AND	5	.43148E-02
4	3	-.10500E+03	.51495E-02	5 AND	6	-.43148E-02
5	3	.63619E-02	.13633E+03	7 AND	8	-.14092E-04
6	3	-.13633E+03	-.62915E-02	8 AND	9	.14091E-04
7	3	.00000E+00	.30531E+03	1 AND	4	.59058E-03
8	3	.00000E+00	.30531E+03	3 AND	6	-.59162E-03
9	3	-.30530E+03	.82597E-03	4 AND	7	.62256E-02
10	3	-.30530E+03	.86641E-03	6 AND	9	-.62256E-02
11	3	.00000E+00	.00000E+00	2 AND	5	.40645E-08
12	3	-.86250E-02	.00000E+00	5 AND	8	.89502E-09

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED SHEARS		FROM JOINTS	
1	1	-.18918E-01	-.18918E-01	1 AND	2
2	1	-.18910E-01	-.18910E-01	2 AND	3
3	1	-.18537E+02	-.18537E+02	4 AND	5
4	1	.18593E+02	.18593E+02	5 AND	6
5	1	-.38568E+02	-.38568E+02	7 AND	8
6	1	.38548E+02	.38548E+02	8 AND	9
7	1	-.76764E+02	-.26764E+02	1 AND	4
8	1	-.92972E+01	-.92972E+01	3 AND	6
9	1	.51773E+02	.51773E+02	4 AND	7
10	1	.92962E+01	.92962E+01	6 AND	9
11	1	.00000E+00	.00000E+00	2 AND	5
12	1	-.37131E+02	.37115E+02	5 AND	8
1	2	-.38543E+02	-.38543E+02	1 AND	2
2	2	.38580E+02	.38580E+02	2 AND	3
3	2	-.18585E+02	-.18585E+02	4 AND	5
4	2	.18529E+02	.18529E+02	5 AND	6
5	2	.53031E-02	.53031E-02	7 AND	8

6	2	.14856E-01	.14856E-01	8 AND	9
7	2	-.92972E+01	-.92972E+01	1 AND	4
8	2	-.76764E+02	-.26764E+02	3 AND	6
9	2	.92876E+01	.92876E+01	4 AND	7
10	2	.51764E+02	.51764E+02	6 AND	9
11	2	-.37123E+02	.37123E+02	2 AND	5
12	2	.95495E-02	.95495E-02	5 AND	8
1	3	-.38562E+02	-.38562E+02	1 AND	2
2	3	.38562E+02	.38562E+02	2 AND	3
3	3	-.37122E+02	-.37122E+02	4 AND	5
4	3	.37122E+02	.37122E+02	5 AND	6
5	3	-.38562E+02	-.38562E+02	7 AND	8
6	3	.38562E+02	.38562E+02	8 AND	9
7	3	-.86062E+02	-.36062E+02	1 AND	4
8	3	-.86062E+02	-.36062E+02	3 AND	6
9	3	.61061E+02	.61061E+02	4 AND	7
10	3	.61061E+02	.61061E+02	6 AND	9
11	3	-.37123E+02	.37123E+02	2 AND	5
12	3	-.37121E+02	.37125E+02	5 AND	8

JOINT	LOAD-SET	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
1	1	-.767833E+02	-.200756E-04	.838004E-05
2	1	.772066E-05	-.752378E-04	.126753E-03
3	1	-.927830E+01	-.478905E-04	-.130385E-07
4	1	.600000E+02	.457764E-04	-.305176E-04
5	1	-.152588E-04	-.419617E-04	-.152588E-04
6	1	-.953674E-05	.247955E-04	.000000E+00
7	1	-.903408E+02	.667945E-04	.986457E-05
8	1	.400000E+02	.136122E-04	-.164658E-05
9	1	-.478438E+02	-.770204E-06	-.397023E-05
1	2	-.478398E+02	-.270084E-06	-.133365E-05
2	2	.400000E+02	.172369E-04	-.170954E-04
3	2	-.115345E+03	.550784E-05	-.257604E-05
4	2	-.114441E-04	.190735E-04	.343323E-04
5	2	-.406215E-04	-.122990E-04	-.178665E-04
6	2	.600000E+02	.000000E+00	.152588E-04
7	2	-.928226E+01	.152178E-05	.166260E-04
8	2	.302773E-05	.109915E-04	-.759959E-05
9	2	-.517793E+02	-.514556E-05	-.155163E-04
1	3	-.124623E+03	-.488333E-06	.268946E-04
2	3	.400000E+02	-.724764E-04	.953703E-04
3	3	-.124623E+03	-.133586E-04	.264206E-04
4	3	.600000E+02	.152588E-04	-.915527E-04
5	3	-.877380E-04	-.572205E-04	-.572205E-04
6	3	.600000E+02	.106812E-03	-.305176E-04
7	3	-.996231E+02	.924543E-04	.236281E-04
8	3	.400000E+02	-.763003E-05	-.534064E-04
9	3	-.996231E+02	.188081E-05	-.103288E-04

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE 1 \* 1.000  
LOAD CASE 2 \* 1.000  
LOAD CASE 3 \* .000

JOINT Z-MOVEMENT X-ROTATION Y-ROTATION



1	.00000E+00	.23148E-02	-.35419E-02
2	.12270E-02	.29259E-02	-.29259E-02
3	.00000E+00	.35415E-02	-.23145E-02
4	.13372E-01	-.99308E-03	-.11071E-02
5	.16172E-01	-.15875E-03	.15874E-03
6	.13372E-01	.11071E-02	.99308E-03
7	.00000E+00	-.42796E-02	.87144E-03
8	.56804E-02	-.25746E-02	.25746E-02
9	.00000E+00	-.87144E-03	.42796E-02

MEMBER	TERMINAL APPLIED	MOMENTS	FROM JOINTS	TORQUE
1	-.59406E-03	.81802E+02	1 AND 2	.64153E-04
2	-.81802E+02	.55387E-03	2 AND 3	-.55529E-04
3	-.50284E-02	.10500E+03	4 AND 5	.43148E-02
4	-.10500E+03	.51064E-02	5 AND 6	-.43148E-02
5	.63496E-02	.13633E+03	7 AND 8	-.13826E-04
6	-.13633E+03	-.63034E-02	8 AND 9	.13838E-04
7	.00000E+00	.30531E+03	1 AND 4	.59059E-03
8	.00000E+00	.30531E+03	3 AND 6	-.59162E-03
9	-.30530E+03	.84553E-03	4 AND 7	.62256E-02
10	-.30530E+03	.86570E-03	6 AND 9	-.62256E-02
11	.00000E+00	.00000E+00	2 AND 5	.22352E-07
12	-.86134E-02	.00000E+00	5 AND 8	-.16764E-07

MEMBER	TERMINAL APPLIED	SHEARS	FROM JOINTS
1	-.38562E+02	-.38562E+02	1 AND 2
2	.38562E+02	.38562E+02	2 AND 3
3	-.37122E+02	-.37122E+02	4 AND 5
4	.37122E+02	.37122E+02	5 AND 6
5	-.38562E+02	-.38562E+02	7 AND 8
6	.38562E+02	.38562E+02	8 AND 9
7	-.86062E+02	-.36062E+02	1 AND 4
8	-.86062E+02	-.36062E+02	3 AND 6
9	.61061E+02	.61061E+02	4 AND 7
10	.61061E+02	.61061E+02	6 AND 9
11	-.37123E+02	.37123E+02	2 AND 5
12	-.37121E+02	.37125E+02	5 AND 8

\*\*\* EXAMPLE 9 \*\*\*

THE RESULTS BELOW ARE FOR THE FOLLOWING LOAD SET COMBINATION

LOAD CASE 1 \* .000  
 LOAD CASE 2 \* .000  
 LOAD CASE 3 \* 1.000

JOINT	Z-MOVEMENT	X-ROTATION	Y-ROTATION
1	.00000E+00	.23148E-02	-.35419E-02
2	.12270E-02	.29259E-02	-.29259E-02
3	.00000E+00	.35415E-02	-.23145E-02
4	.13372E-01	-.99308E-03	-.11071E-02
5	.16172E-01	-.15874E-03	.15874E-03
6	.13372E-01	.11071E-02	.99308E-03
7	.00000E+00	-.42796E-02	.87144E-03
8	.56804E-02	-.25746E-02	.25746E-02
9	.00000E+00	-.87144E-03	.42796E-02

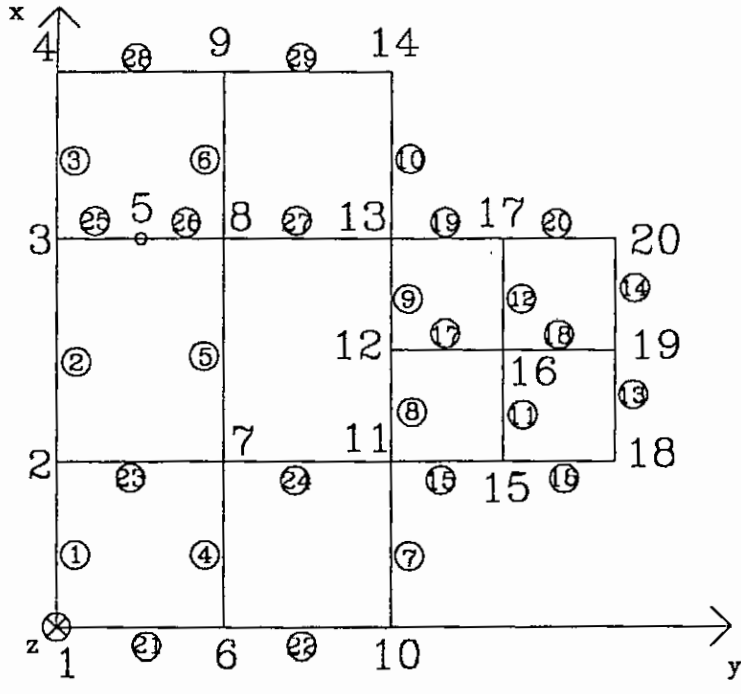
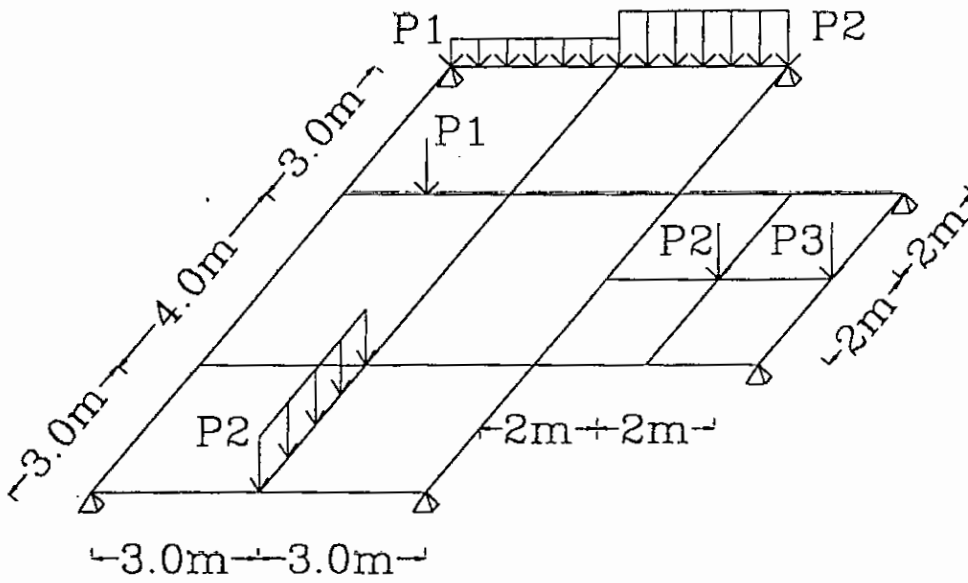
MEMBER	TERMINAL APPLIED	MOMENTS	FROM JOINTS	TORQUE
1	-.56597E-03	.81802E+02	1 AND 2	.64158E-04
2	-.81802E+02	.59491E-03	2 AND 3	-.55540E-04
3	-.51452E-02	.10500E+03	4 AND 5	.43148E-02

4	-.10500E+03	.51495E-02	5 AND	6	-.43148E-02
5	.63619E-02	.13633E+03	7 AND	8	-.14092E-04
6	-.13633E+03	-.62915E-02	8 AND	9	.14091E-04
7	.00000E+00	.30531E+03	1 AND	4	.59058E-03
8	.00000E+00	.30531E+03	3 AND	6	-.59162E-03
9	-.30530E+03	.82597E-03	4 AND	7	.62256E-02
10	-.30530E+03	.86641E-03	6 AND	9	-.62256E-02
11	.00000E+00	.00000E+00	2 AND	5	.40645E-08
12	-.86250E-02	.00000E+00	5 AND	8	.89502E-09

MEMBER	TERMINAL	APPLIED	SHEARS	FROM	JOINTS
1	-.38562E+02	-.38562E+02	1 AND	2	
2	.38562E+02	.38562E+02	2 AND	3	
3	-.37122E+02	-.37122E+02	4 AND	5	
4	.37122E+02	.37122E+02	5 AND	6	
5	-.38562E+02	-.38562E+02	7 AND	8	
6	.38562E+02	.38562E+02	8 AND	9	
7	-.86062E+02	-.36062E+02	1 AND	4	
8	-.86062E+02	-.36062E+02	3 AND	6	
9	.61061E+02	.61061E+02	4 AND	7	
10	.61061E+02	.61061E+02	6 AND	9	
11	-.37123E+02	.37123E+02	2 AND	5	
12	-.37121E+02	.37125E+02	5 AND	8	

THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX9.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX9  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID

Παράδειγμα 10ο



Στο σχήμα παρουσιάζεται μια γενικής μορφής εσχάρα. Τα μέλη 1 έως 10 έχουν ροπή αδρανείας  $0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$  και στρεπτική αντίσταση  $0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ . Τα μέλη 11 έως 20 έχουν ροπή αδρανείας  $0,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$  και στρεπτική αντίσταση  $0,16 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ . Τέλος τα μέλη 21 έως 29 έχουν ροπή αδρανείας  $0,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$  και στρεπτική αντίσταση  $0,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$ . Για όλα τα μέλη το υλικό είναι ίδιο και λαμβάνεται μέτρο ελαστικότητας  $E = 21 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$  και μέτρο διάτμησης  $G = 8,1 \cdot 10^7 \text{ KN/m}^2$ .

Η εσχάρα θα επιλυθεί για την εικονιζόμενη περίπτωση φόρτισης:

Επικόμβια φορτία  $P_1 = 40 \text{ KN}$  στον κόμβο 5 και  $P_2 = P_3 = 50 \text{ KN}$  στους κόμβους 16 και 19, και ομοιόμορφα κατανεμημένα φορτία  $P_1 = 10 \text{ KN/m}$  στο μέλος 28 και  $P_2 = 15 \text{ KN/m}$  στα μέλη 4 και 15.

Οι δεσμεύσεις για τους κόμβους 1, 4, 10, 14, 18, 20 είναι απλές εδράσεις.

Ακολουθούν τα αρχεία δεδομένων και αποτελεσμάτων του παραδείγματος που έχουν τις ονομασίες EX10 και EX10.OUT.

\*\*\* EXAMPLE 10 \*\*\*

20	29	.2100E+09	.8100E+08		
1		.0000	.0000	0	1
2		3.0000	.0000	1	1
3		7.0000	.0000	1	1
4		10.0000	.0000	0	1
5		7.0000	1.5000	1	1
6		.0000	3.0000	1	1
7		3.0000	3.0000	1	1
8		7.0000	3.0000	1	1
9		10.0000	3.0000	1	1
10		.0000	6.0000	0	1
11		3.0000	6.0000	1	1
12		5.0000	6.0000	1	1
13		7.0000	6.0000	1	1
14		10.0000	6.0000	0	1
15		3.0000	8.0000	1	1
16		5.0000	8.0000	1	1
17		7.0000	8.0000	1	1
18		3.0000	10.0000	0	1
19		5.0000	10.0000	1	1
20		7.0000	10.0000	0	1
1	1	2	.2500E-03	.5000E-06	
2	2	3	.2500E-03	.5000E-06	
3	3	4	.2500E-03	.5000E-06	
4	6	7	.2500E-03	.5000E-06	
5	7	8	.2500E-03	.5000E-06	
6	8	9	.2500E-03	.5000E-06	
7	10	11	.2500E-03	.5000E-06	
8	11	12	.2500E-03	.5000E-06	
9	12	13	.2500E-03	.5000E-06	
10	13	14	.2500E-03	.5000E-06	
11	15	16	.6000E-04	.1600E-06	
12	16	17	.6000E-04	.1600E-06	
13	18	19	.6000E-04	.1600E-06	
14	19	20	.6000E-04	.1600E-06	
15	11	15	.6000E-04	.1600E-06	
16	15	18	.6000E-04	.1600E-06	
17	12	16	.6000E-04	.1600E-06	
18	16	19	.6000E-04	.1600E-06	
19	13	17	.6000E-04	.1600E-06	
20	17	20	.6000E-04	.1600E-06	
21	1	6	.1000E-03	.3000E-06	
22	6	10	.1000E-03	.3000E-06	
23	2	7	.1000E-03	.3000E-06	
24	7	11	.1000E-03	.3000E-06	
25	3	5	.1000E-03	.3000E-06	
26	5	8	.1000E-03	.3000E-06	
27	8	13	.1000E-03	.3000E-06	
28	4	9	.1000E-03	.3000E-06	
29	9	14	.1000E-03	.3000E-06	
1					
1	3	3			
5	40.0000		.0000	.0000	
16	50.0000		.0000	.0000	
19	50.0000		.0000	.0000	
4	15.0000				
28	10.0000				
29	15.0000				

-----  
 ----- EDUCATIONAL COMPUTER PROGRAM -----  
 ----- ACADEMIC YEAR 1995-1996 -----  
 -----

PLANE GRILLAGE LINEAR ELASTIC ANALYSIS  
 (ARITHMETIC IS SINGLE PRECISION)  
 THE DATA WILL BE READ FROM FILE- EX10  
 -----

\*\*\* EXAMPLE 10 \*\*\*

-----  
 JOINT AND MEMBER DATA ( 20 JOINTS 29 MEMBERS)  
 -----

NODE X-ORDINATE Y-ORDINATE CONSTRAINTS

NODE	X-ORDINATE	Y-ORDINATE	CONSTRAINTS
1	.000	.000	0 1 1
2	3.000	.000	1 1 1
3	7.000	.000	1 1 1
4	10.000	.000	0 1 1
5	7.000	1.500	1 1 1
6	.000	3.000	1 1 1
7	3.000	3.000	1 1 1
8	7.000	3.000	1 1 1
9	10.000	3.000	1 1 1
10	.000	6.000	0 1 1
11	3.000	6.000	1 1 1
12	5.000	6.000	1 1 1
13	7.000	6.000	1 1 1
14	10.000	6.000	0 1 1
15	3.000	8.000	1 1 1
16	5.000	8.000	1 1 1
17	7.000	8.000	1 1 1
18	3.000	10.000	0 1 1
19	5.000	10.000	1 1 1
20	7.000	10.000	0 1 1

MEMBER	CONNECTION	INERTIA	TORSION CONST	LENGTH
1	1 TO 2	.25000E-03	.50000E-06	.30000E+01
2	2 TO 3	.25000E-03	.50000E-06	.40000E+01
3	3 TO 4	.25000E-03	.50000E-06	.30000E+01
4	6 TO 7	.25000E-03	.50000E-06	.30000E+01
5	7 TO 8	.25000E-03	.50000E-06	.40000E+01
6	8 TO 9	.25000E-03	.50000E-06	.30000E+01
7	10 TO 11	.25000E-03	.50000E-06	.30000E+01
8	11 TO 12	.25000E-03	.50000E-06	.20000E+01
9	12 TO 13	.25000E-03	.50000E-06	.20000E+01
10	13 TO 14	.25000E-03	.50000E-06	.30000E+01
11	15 TO 16	.60000E-04	.16000E-06	.20000E+01
12	16 TO 17	.60000E-04	.16000E-06	.20000E+01
13	18 TO 19	.60000E-04	.16000E-06	.20000E+01
14	19 TO 20	.60000E-04	.16000E-06	.20000E+01
15	11 TO 15	.60000E-04	.16000E-06	.20000E+01
16	15 TO 18	.60000E-04	.16000E-06	.20000E+01
17	12 TO 16	.60000E-04	.16000E-06	.20000E+01
18	16 TO 19	.60000E-04	.16000E-06	.20000E+01
19	13 TO 17	.60000E-04	.16000E-06	.20000E+01
20	17 TO 20	.60000E-04	.16000E-06	.20000E+01
21	1 TO 6	.10000E-03	.30000E-06	.30000E+01
22	6 TO 10	.10000E-03	.30000E-06	.30000E+01
23	2 TO 7	.10000E-03	.30000E-06	.30000E+01
24	7 TO 11	.10000E-03	.30000E-06	.30000E+01
25	3 TO 5	.10000E-03	.30000E-06	.15000E+01
26	5 TO 8	.10000E-03	.30000E-06	.15000E+01

27	8	TO	13	.10000E-03	.30000E-06	.30000E+01
28	4	TO	9	.10000E-03	.30000E-06	.30000E+01
29	9	TO	14	.10000E-03	.30000E-06	.30000E+01

ELASTIC MODULUS = .21000E+09  
 SHEAR MODULUS = .81000E+08

-----  
 THERE ARE 1 LOAD CASES  
 -----

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 3 LOADED JOINTS

JOINT	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
5	40.0000	.0000	.0000
16	50.0000	.0000	.0000
19	50.0000	.0000	.0000

IN LOAD-SET 1 THERE ARE 3 LOADED MEMBERS

MEMBER	LOAD-SET	U.D.LOADING
4	1	15.00000
28	1	10.00000
29	1	15.00000

\*\*\* EXAMPLE 10 \*\*\*

-----  
 RESULTS OF ANALYSIS

NUMBER OF JOINTS = 20  
 NUMBER OF MEMBERS = 29  
 DEGREE OF FREEDOM = 54  
 WIDTH OF THE BAND = 18  
 TERMS IN K-MATRIX = 972  
 NO. OF LOAD CASES = 1

JOINT	LOAD-SET	Z-MOVEMENT	X-ROTATION	Y-ROTATION
1	1	.00000E+00	.32329E-02	-.30969E-02
2	1	.81816E-02	.19575E-02	-.19877E-02
3	1	.90540E-02	.31963E-02	.18424E-02
4	1	.00000E+00	.59709E-02	.36055E-02
5	1	.13142E-01	.17851E-02	.11409E-02
6	1	.64670E-02	.38125E-08	-.25533E-02
7	1	.12501E-01	.40643E-03	-.12493E-02
8	1	.14071E-01	-.30205E-03	.43943E-03
9	1	.11542E-01	.13347E-03	.10454E-02
10	1	.00000E+00	-.32325E-02	-.40954E-02
11	1	.10596E-01	-.11696E-02	-.24050E-02
12	1	.13059E-01	-.67607E-03	-.11518E-04
13	1	.10631E-01	-.14818E-02	.23992E-02
14	1	.00000E+00	-.62374E-02	.41154E-02
15	1	.72477E-02	-.26539E-02	-.28295E-02
16	1	.10985E-01	-.17613E-02	.52579E-04
17	1	.70373E-02	-.26246E-02	.29346E-02
18	1	.00000E+00	-.41085E-02	-.45092E-02
19	1	.60128E-02	-.28490E-02	.12203E-09
20	1	.00000E+00	-.39654E-02	.45092E-02

MEMBER	LOAD-SET	TERMINAL APPLIED MOMENTS	FROM JOINTS	TORQUE
1	1	.44086E-02	1 AND 2	.17218E-01
2	1	-.38820E+02	2 AND 3	-.12543E-01
3	1	-.61731E+02	3 AND 4	-.37458E-01

4	1	-.16964E-01	.23122E+02	6 AND	7	-.54868E-02
5	1	-.23137E+02	.21192E+02	7 AND	8	.71734E-02
6	1	-.21165E+02	.45584E-01	8 AND	9	-.58795E-02
7	1	.12558E-01	.59177E+02	10 AND	11	-.27849E-01
8	1	-.59170E+02	.66488E+02	11 AND	12	-.99935E-02
9	1	-.66487E+02	.60078E+02	12 AND	13	.16316E-01
10	1	-.60090E+02	-.24956E-01	13 AND	14	.64200E-01
11	1	-.81266E-02	.36307E+02	15 AND	16	-.57841E-02
12	1	-.36307E+02	.67297E-02	16 AND	17	.55941E-02
13	1	.10889E-01	.56827E+02	18 AND	19	-.81612E-02
14	1	-.56826E+02	-.10205E-01	19 AND	20	.72343E-02
15	1	-.37386E+00	.18329E+02	11 AND	15	.27510E-02
16	1	-.18335E+02	-.81748E-02	15 AND	18	.10884E-01
17	1	.26362E-01	.13701E+02	12 AND	16	-.41535E-03
18	1	-.13689E+02	.15391E-01	16 AND	19	.34071E-03
19	1	.24962E+01	.16896E+02	13 AND	17	-.34694E-02
20	1	-.16901E+02	-.72476E-02	17 AND	20	-.10203E-01
21	1	.17218E-01	.45277E+02	1 AND	6	-.44033E-02
22	1	-.45283E+02	-.27866E-01	6 AND	10	.12491E-01
23	1	-.29753E-01	.21685E+02	2 AND	7	-.59811E-02
24	1	-.21672E+02	.39171E+00	7 AND	11	.93611E-02
25	1	-.24888E-01	.39488E+02	3 AND	5	.11364E-01
26	1	-.39488E+02	.18952E+02	5 AND	8	.11364E-01
27	1	-.18965E+02	-.24484E+01	8 AND	13	-.15874E-01
28	1	.37467E-01	.66762E+02	4 AND	9	.20737E-01
29	1	-.66756E+02	-.64207E-01	9 AND	14	-.24867E-01

MEMBER LOAD-SET      TERMINAL APPLIED SHEARS FROM JOINTS

1	1	-.12943E+02	-.12943E+02	1 AND	2
2	1	-.57250E+01	-.57250E+01	2 AND	3
3	1	.20584E+02	.20584E+02	3 AND	4
4	1	-.30202E+02	.14798E+02	6 AND	7
5	1	.48635E+00	.48635E+00	7 AND	8
6	1	.70397E+01	.70397E+01	8 AND	9
7	1	-.19730E+02	-.19730E+02	10 AND	11
8	1	-.36587E+01	-.36587E+01	11 AND	12
9	1	.32047E+01	.32047E+01	12 AND	13
10	1	.20038E+02	.20038E+02	13 AND	14
11	1	-.18149E+02	-.18149E+02	15 AND	16
12	1	.18150E+02	.18150E+02	16 AND	17
13	1	-.28419E+02	-.28419E+02	18 AND	19
14	1	.28418E+02	.28418E+02	19 AND	20
15	1	-.89777E+01	-.89777E+01	11 AND	15
16	1	.91716E+01	.91716E+01	15 AND	18
17	1	-.68635E+01	-.68635E+01	12 AND	16
18	1	.68370E+01	.68370E+01	16 AND	19
19	1	-.96960E+01	-.96960E+01	13 AND	17
20	1	.84543E+01	.84543E+01	17 AND	20
21	1	-.15098E+02	-.15098E+02	1 AND	6
22	1	.15104E+02	.15104E+02	6 AND	10
23	1	-.72184E+01	-.72184E+01	2 AND	7
24	1	.70935E+01	.70935E+01	7 AND	11
25	1	-.26309E+02	-.26309E+02	3 AND	5
26	1	.13691E+02	.13691E+02	5 AND	8
27	1	.71377E+01	.71377E+01	8 AND	13
28	1	-.37266E+02	-.72664E+01	4 AND	9
29	1	-.22668E+00	.44773E+02	9 AND	14

JOINT	LOAD-SET	VERTICAL FORCE	MOMENT ABT.X-X	MOMENT ABT.Y-Y
1	1	-.280416E+02	-.342727E-06	.527967E-05



2	1	-.267029E-04	-.738911E-05	-.149566E-04
3	1	-.934601E-04	-.263005E-04	-.346350E-04
4	1	-.578503E+02	-.953674E-05	-.333525E-04
5	1	.400001E+02	.762939E-05	.558794E-08
6	1	.667572E-04	-.381470E-05	-.693258E-04
7	1	-.762939E-05	.572205E-05	.527781E-05
8	1	-.662804E-04	.171661E-04	-.313297E-05
9	1	-.762939E-05	.000000E+00	-.194889E-04
10	1	-.348334E+02	.164919E-04	.665030E-04
11	1	-.104904E-03	.730157E-05	.923211E-04
12	1	-.150204E-03	-.524335E-04	.805614E-04
13	1	-.171661E-04	.269413E-04	-.499319E-04
14	1	-.648117E+02	.667572E-05	-.889841E-04
15	1	.352859E-04	.953674E-05	.642519E-05
16	1	.500000E+02	-.104904E-04	.838022E-05
17	1	.381470E-05	.228882E-04	-.402611E-05
18	1	-.375903E+02	.135470E-04	.535138E-05
19	1	.500000E+02	.469759E-05	.261108E-05
20	1	-.368725E+02	.132495E-04	-.231247E-05

-----  
 -----  
 -----  
 THE RUN IS COMPLETE AND YOUR RESULTS ARE IN FILE-EX10.OUT  
 REMEMBER THAT YOUR DATA IS STORED IN FILE-EX10  
 BUT NOW YOU MUST CHECK THAT THE RESULTS ARE VALID  
 -----

## 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Στον τομέα του Υπολογισμού των Κατασκευών ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (H/Y) έχει γίνει ένα σημαντικότερο εργαλείο για να βοηθάει το μηχανικό να εκτελεί την εργασία του.

2. Η φιλοσοφία για τον καταρτισμό του μητρώου δυσκαμψίας ενός μέλους οποιουδήποτε επίπεδου γραμμικού φορέα (δηλαδή, επίπεδου δικτυώματος, επίπεδου πλαισίου, επίπεδης εσχάρας) είναι η ίδια σε κάθε περίπτωση. Φυσικά από περίπτωση σε περίπτωση υπάρχουν διαφορές ή στις διαστάσεις των μητρώων που υπεισέρχονται ή στην φύση των στοιχείων που περιέχουν ή και στα δυο.

Με γνωστά τα επιμέρους μητρώα δυσκαμψίας των μελών μπορούμε να κατασκευάσουμε μια μητρική σχέση της μορφής  $\{W\} = [K] \cdot \{X\}$  που περιλαμβάνει όλον τον επίπεδο γραμμικό φορέα.

Με την μέθοδο της δυσκαμψίας αντιμετωπίζονται κατά ενιαίο τρόπο όλοι οι γραμμικοί φορείς, επίπεδοι αλλά και χωρικοί.

3. Η ανάλυση επιπέδων δικτυωμάτων, επιπέδων πλαισίων και επιπέδων εσχάρων με H/Y πραγματοποιείται εύκολα, ταχύτατα και δίνει αποτελέσματα μεγάλης ακριβείας.

4. Τα πλεονεκτήματα της επίλυσης φορέων με H/Y προβάλλονται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις φορέων με πολλά μέλη όπου η επίλυση με "κλασικές μεθόδους με το χέρι" θα ήταν μακροχρόνια και κουραστική. Επίσης στις "κλασικές μεθόδους με το χέρι" συνήθως

γίνονται περισσότερες απλοποιητικές παραδοχές για να επιτευχθεί η επίλυση των φορέων.

5. Τα επιλυθέντα με Η/Υ παραδείγματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας μπορούν να χρησιμεύσουν ως "δοκιμαστικά προβλήματα" για κάποιον μηχανικό που είναι νέος χρήστης σε οποιοδήποτε πρόγραμμα Η/Υ ανάλυσης επίπεδων γραμμικών φορέων.
6. Ο μελετητής - μηχανικός οφείλει να είναι σε θέση να ελέγξει αυτοτελώς την ορθότητα των αποτελεσμάτων που του δίνει το πρόγραμμα Η/Υ που χρησιμοποιεί, πράγμα που απαιτεί να γνωρίζει πολύ καλά την κλασική στατική. Ο έλεγχος επιβάλλεται για την ασφάλεια της κατασκευής.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Δ.-Π.Ν. Κοντονή, "Υπολογισμός Κατασκευών με Η/Υ" (Διδακτικές Σημειώσεις), Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής, Τ.Ε.Ι. Πάτρας, 1995.
2. Δ.-Π.Ν. Κοντονή, "Υπολογισμός Κατασκευών με Η/Υ" (Φύλλα Πρακτικής άσκησης μαθήματος), Τμήμα Πολιτικών Έργων Υποδομής, Τ.Ε.Ι. Πατρας, 1995-1996.
3. H.B. Harrison, "Structural Analysis and Design", Pergamon Press, Sydney, 1980.
4. Θ.Α. Γεωργόπουλος, "Μηχανική Ι - Στατική", Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα, 1991.
5. Γ. Φουρναράκος, "Σιδηρές Κατασκευές", Τόμος 3, Αθήνα, 1986.
6. Δ.Ε. Μπέσκος, "Μαθήματα Μεταλλικών Κατασκευών", Μέρος Ι, Ο.Ε.Δ.Β., Αθήνα, 1986 (έκδοση Α, Πάτρα 1981).
7. S.J. Fenves, R.D. Logcher, S.P. Mauch and K.F. Reinschmidt, "STRESS: A User's Manual", MIT Press, Cambridge, Mass, 1964.
8. Β.Α. Βασίλας, "Στατική των πλαισιωτών φορέων", Γραφο-συνθετική Ο.Ε., Θεσσαλονίκη, 1979.
9. Α. Κωνσταντινίδης, "Εφαρμογές Οπλισμένου Σκυροδέματος", Τόμος Α, Π Systems International, 1994.

10. K. Hirschfeld, "Εφαρμοσμένη Στατική", Τόμος Α και Β, Μετάφραση 3ης Γερμανικής Έκδοσης 1969, Εκδότης Μ. Γκιούρδας, Αθήνα, 1975.

